INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOGRAFICAS
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

IV SEMANA GEOGRAFICA DEL URUGUAY

El Suelo en el Uruguay

MONTEVIDEO
1948

IV SEMANA GEOGRAFICA DEL URUGUAY

Tema «El Suelo del Uruguay»

PROGRAMA

Noviembre, Lunes 24:

PALABRAS DE APERTURA. - Ing. Daniel Rey Vercesi, Director de la Semana Geográfica.

"ESTADO ACTUAL DE NUESTROS CONOCIMIENTOS SOBRE EL SUBSUELO DEL URUGUAY". - Dr. Rodolfo Méndez Alzola, Director del Museo del Instituto Geológico.

Martes 25:

"GENESIS Y EVOLUCION DE LOS SUELOS". - Ing. Carlos A. Fynn, Profesor de la Facultad de Agronomía y Director del Servicio de Conservación de Suelos.

Miércoles 26:

"EL PRECIOSO ACTIVO QUE ENCIERRAN NUESTROS RIOS Y ARROYOS". - Ing. Víctor B. Soudriers, Profesor "Ad Honorem" de la Facultad de Ingeniería.

Jueves 27:

"ASPECTO GEO - QUIMICO DE LA ACCION DE LAS AGUAS EN LAS ROCAS" - Quím. Farm. María I. de Arce de Speroni, Geoquímico de la Intendencia de Montevideo.

Viernes 28:

"EL MANTO VEGETAL". - Ing. Gustavo Spangemberg, Profesor de la Facultad de Agronomía y Asesor de la Comisión N. de Mejoramiento Forrajero.

Diciembre, Martes 2:

"DESIERTOS EN MARCHA; EL DRAMA DE LOS SUELOS EN EL URUGUAY". - Ing. Daniel Rey Vercesi, Director de la Semana Geográfica.

PALABRAS DE CLAUSURA. - General Julio A. Roletti, Director del Instituto de Investigaciones Geográficas.



PALABRAS DE APERTURA

por el

Ingeniero Daniel Rey Vercesi

Director de la 4.ª Semana Geográfica del Uruguay

Señores:

Se inicia hoy la IV Semana Geográfica que organiza anualmente el Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas de la Universidad.

El tema nuclear de la Semana es "El Suelo del Uruguay" y sobre distintos aspectos de ese tema disertarán los distinguidos conferenciantes que nos prestan su colaboración, la que agradecemos públicamente en nombre del Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas.

Este Instituto, prohijado por la Universidad de la República, agrupa un número de profesores, técnicos y estudiosos que sienten inquietud por las diversas investigaciones geográficas, y que rodeando la figura consular del extinto profesor Contralmirante José Aguiar, edificaron un centro de estudios serio, responsable y de evidente necesidad.

Colocamos esta IV Semana bajo la protección venerada de nuestro querido fundador, el profesor Aguiar y cumplimos un elemental deber de lealtad al agradecer

públicamente a nuestro compañero el profesor Dr. Ignacio Martínez Rodríguez por su incansable colaboración en la organización de esta semana, sin cuyo esfuerzo esta realidad no fuera posible.

El tema central de la Semana no es nuevo. La preocupación por las cosas del suelo es muy antigua y abundan las referencias al respecto.

En el capítulo 1º, versículo 1 del libro de Génesis leemos: "En el principio creó Dios los cielos y la tierra... **Y vió Dios que era bueno**". "Y produjo la tierra hierba verde, hierba que da simiente según su naturaleza, y árbol que da fruto, cuya simiente está en él, según su género; y **vió Dios que era bueno**".

Este concepto sobre la bondad de la tierra, la ratifica luego de narrada toda la Creación diciendo: **"Y vió Dios todo lo que había hecho, y he aquí que era bueno en gran manera"**.

En el curso de la historia se aprecian frecuentes referencias sobre la **buena tierra**, la **madre tierra**, la **tierra generosa**, y la literatura universal se enriqueció con muchas obras que conciernen al suelo y a sus bondades.

El progreso, lento o acelerado, fué modificando el panorama del mundo y la marcha de la civilización; y el suelo juega su destino en forma variada, dramática, a veces, contradictoria.

Recordemos con el poeta anónimo sobre ese destino: "Estos Fabio, ay dolor que ves ahora!, campos de soledad, mustio collado fueron un tiempo Itálica famosa". El grito es desgarrante y el sentido trascendente del mismo lo es aún más. Evitar ese destino, es cumplir con una función social a la que estamos obligados y de la que nos sentiríamos felices poderla cumplir.

El suelo nacional está requiriendo desde hace unos años la estructuración de nuevas directrices para su explotación. Se ha tornado claro que se necesita algo más que una acción, investigación y educación individuales para enfrentar con éxito los problemas del suelo del país.

Se reconoce que el mayor factor unitario que debe ser considerado por aquellos encargados de formular y llevar a cabo los programas agrarios es su dependencia con los otros programas, desde que ningún programa de acción pública tiene éxito por sí mismo. Además, se ha comprobado que el comienzo de toda tarea fecunda en la formulación de programas está en la investigación de los procesos a que se sujetan los hechos y en los procesos de planificación.

En el planteo de programas y políticas referentes al suelo deben marchar juntos los especialistas y los campesinos para lograr éxito. Y esa marcha unida entre los especialistas y los granjeros y estancieros debe llegar hasta la misma observación de los hechos y a los procesos seguidos por los mismos hechos y por los programas de acción.

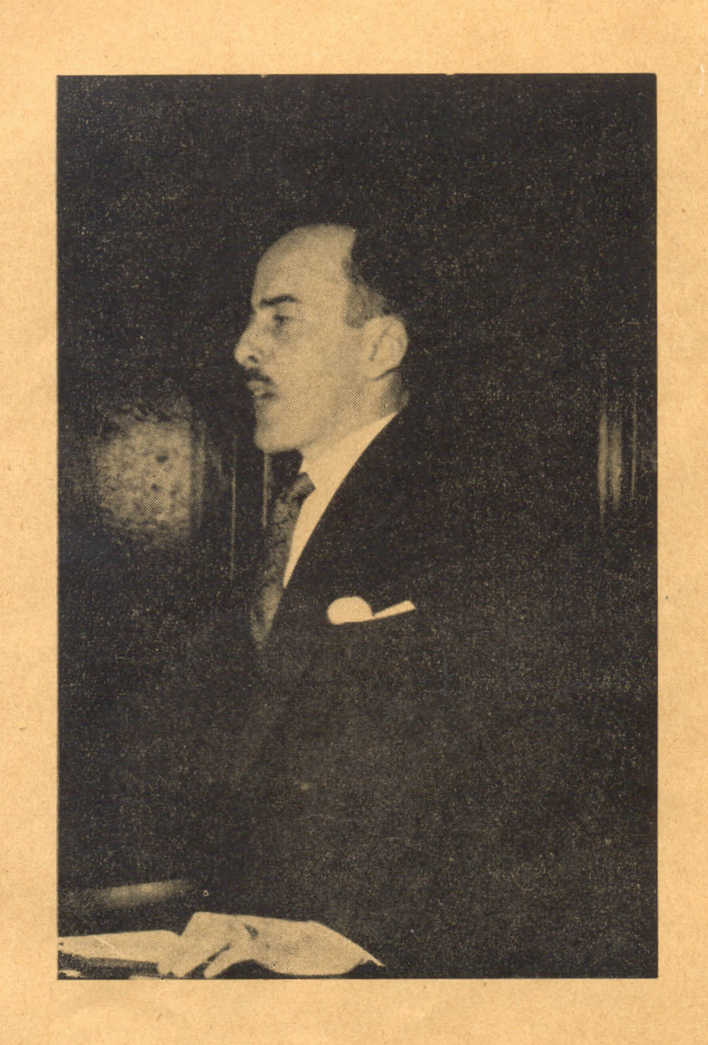
El programa de conferencias de esta IV Semana, que dictarán especialistas de diversas materias que atañen al suelo, lleva la muy honrosa ambición de provocar un interés por una investigación conjunta entre los estancieros, granjeros y demás elementos vinculados a la explotación del suelo, con los técnicos y expertos en diversas ramas de la ciencia.

Los aspectos que serán tratados evidencian la necesidad de una amalgamación de voluntades para lograr una explotación permanente. Entendemos que nadie está más habilitado para sintetizar los juicios de los especialistas y traducirlos en programa de acción, que aquellos hombres de cada zona que conocen las explotaciones agrarias por una gran experiencia. Seguimos así el principio democrático que requiere expertos y especialistas colaborando como consejeros de los hombres de acción representativos. Democracia no es gobierno por expertos. Democracia es gobierno por el pueblo, que busca la ayuda de los expertos. Sobre esta filosofía es que el Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas de la Universidad de la República inicia este ciclo de conferencias sobre un tema de tan hondo interés nacional, con la íntima esperanza de que al final de la jornada podremos decir con el Apóstol: "Hemos peleado la buena batalla... no hemos perdido la fe... por lo tanto nos está reservada la corona".

Entonces, se repetirán las palabras del Génesis: "Y vieron ellos todo lo que habían hecho y qué era bueno en gran manera".

Primera Conferencia

Estado actual de nuestros conocimientos sobre el subsuelo del Uruguay



Dr. Rodolfo Méndez Alzola

Director del Museo del Instituto Geológico del Uruguay

Ante todo, debo expresar mi recocimiento a las autoridades del Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas de la Universidad de la República, por la distinción de que me han hecho objeto al invitarme para desarrollar uno de los temas del importante temario EL SUELO DEL URUGUAY, correspondiente a la *IV Semana Geográfica* que, con tanta actividad, digna del mayor elogio, han organizado para el año en curso.

A la distinguida y estimada Dra. Inés Luisi de Villero, mi cordial agradecimiento, por los conceptos amables con que se refirió a mi persona, los que, bien lo comprendo, más que en merecimientos propios sólo han podido ser inspirados en la amistad que me brinda desde años atrás y que tanto me honra, por tratarse de una destacada figura de nuestro medio científico y cultural.

De acuerdo con el programa establecido, nos corresponde desarrollar el tema: "ESTADO ACTUAL DE NUESTROS CONOCIMIENTOS SOBRE EL SUBSUELO DEL URUGUAY", que indiscutiblemente exige un desarrollo mucho más amplio del que podremos brindarle hoy, ya que el carácter de este acto, por su propia naturaleza, sólo nos permite disponer de un tiempo muy limitado; de ahí que estimemos necesario referirnos simplemente, en una apretada síntesis, a los conocimientos que hasta la fecha hemos podido adquirir sobre nuestro subsuelo, dejando de lado, por lo tanto, la consideración de las distintas opiniones emitidas por diversos autores, particularmente: Walther, Mac Millan, Falconer, Kraglievich, Rusconi, Terra Arocena, Rey Vercesi, Frenguelli, Lambert, Serra y Harrington; opiniones muchas de ellas abiertamente desencontradas, pero en cuya discusión comparativa puede hallarse, a no dudarlo, la solución de no pocos de los muchos problemas que nos preocupan desde el punto de vista puramente estratigráfico.

Consideramos conveniente dejar establecido desde ya, que seguiremos el ordenamiento estratigráfico adoptado por el Instituto Geológico en 1946, en la nueva impresión del Mapa Geológico del Uruguay, y a fin de facilitar el desarrollo de nuestra exposición, la dividiremos en los siguientes capítulos:

1) De las rocas arqueozoicas y proterozoicas.

2) De los sedimentos devónicos.

3) Del Sistema de Gondwana.

4) De los depósitos cretácicos.

5) De los sedimentos cenozoicos.

6) De los sedimentos Pampeanos y Postpampeanos.

En la preparación de los esquemas que ilustran el texto, colaboraron nuestros alumnos del curso de Paleontología de la Facultad de Humanidades y Ciencias, Srta. Haydée Savio y Sres. Olvaldo del Puerto y J. C. Martínez, a quienes reiteramos nuestro agradecimiento.



Dispersión geográfica esquematizada de las Rocas Arqueozoicas (en negro) y de las Proterozoicas: Serie de Minas del Uruguay (en rayado) y Serie de Aiguá (en punteado)

1. — DE LAS ROCAS ARQUEOZOICAS y PROTEROZOICAS

Las rocas arqueozoicas y proterozoicas se extienden por una gran parte de la mitad meridional del país. Las primeras constituyen el llamado fundamento cristalino, y dentro de las segundas se distinguen dos series: la de Minas y la de Aiguá.

Las Rocas Arqueozoicas forman el zócalo arcáico, comprendiendo esencialmente un complejo de gneisses y esquistos asociados que contienen masas graníticas, granitos antiguos aparentemente muy limitados, y filones diversos de edad indeterminada.

Entre los gneisses predominan los representantes ácidos, pudiéndose señalar diversos tipos como el gneiss granítico, el gneiss cuarcífero, el gneiss micáceo, el gneiss biotítico, etc.

Como constituyentes básicos de la vieja fase intrusiva se encuentran las anfibolitas y los esquistos anfibólicos, tan comunes en el Cerro de Montevideo y en el Cerrito, como así también en los alrededores de Colonia, que se caracterizan particularmente por su alto porcentaje de hornblenda verde, uratilizada.

Las rocas arqueozoicas ocupan gran parte de la región S. y S. E. del país, aflorando también en el departamento de Rivera, en la zona aurífera, Minas de Corrales-Cuñapirú, y en unos ligeros asomos que constituyen la Sierra de Aceguá y el Cerro de Carpintería.

La *Serie de Minas del Uruguay* comprende un conjunto de rocas proterozoicas metamórficas, entre las cuales predominan las cuarcitas, las filitas, los esquistos y las calizas cristalinas, generalmente marmóreas, que suelen presentarse interestratificadas con rocas volcánicas o con otras derivadas de ellas.

Estas rocas metamórficas de la Serie de Minas se extienden especialmente en los departamentos de Lavalleja, Treinta y Tres y Maldonado, observándose, además, pequeños asomos en los de Colonia, San José, Soriano, Florida, Flores y Cerro Largo.

La *Serie de Aiguá* comprende un conjunto de rocas proterozoicas efusivas, entre las cuales predominan los pórfidos de los tipos cuarcíferos, las riolitas en parte vesiculares, brechas, tofas, etc.

Se exhiben solamente en los departamentos de Lavalleja y Rocha, abarcando también el ángulo N. E. de Maldonado.



Dispersión geográfica esquematizada de los sedimentos devónicos

2. — DE LOS SEDIMENTOS DEVONICOS

Los sedimentos devónicos, que afloran particularmente en la región central del país, están representados por las Areniscas de Carmen, los Esquistos de Rincón de Alonso y las Areniscas de La Paloma, pertenecientes todos ellos al devónico inferior.

Las *Areniscas de Carmen* ocupan la parte basal de los sedimentos del devónico uruguayo, constituyendo una formación detrítica uniforme que desde el punto de vista litológico se caracteriza esencialmente por su grano variable, fino, mediano o grueso, pero siempre algo anguloso; por su cemento feldespático más o menos caolinizado y por su coloración clara hasta roja.

Estas rocas son relativamente friables, salvo cuando se presentan afectadas por los fenómenos de diagénesis, ferrificación o silicificación. En la parte basal de sus depósitos se encuentran conglomerados fuertemente cementados.

Las Areniscas de Carmen son estériles en fósiles y afloran muy particularmente en el departamento de Durazno, al S. y S.O. de Capilla Farruco y al E. y S.O. de Carmen, siendo de señalar la amplia capacidad acuífera de las mismas, ya que su constitución facilita la organización de un buen sistema de intersticios que asegura un alto poder de almacenaje de aguas de fácil circulación.

Los *Esquistos de Rincón de Alonso* que corresponden a la parte media del devónico uruguayo, presentan los siguientes caracteres litológicos más notables: arcillosos o arcillo-arenosos, finamente micáceos, de color gris más o menos pronunciado, a veces algo violados, y suelen contener lentes ocráceos de tamaño variable.

Estos esquistos son fosilíferos en alto grado, habiéndose obtenido en uno de sus diversos afloramientos, el primero que se descubrió y que está ubicado sobre el Arroyo del Cordobés, entre los Pasos de La Cruz y del Gordo, más de un milar de ejemplares fósiles representados preferentemente por valvas de Braquiópodos y Moluscos y escudos de Trilobitas, cuyo estudio permitió reconocer la presencia de 70 especies, 39 de ellas comunes a los diversos yacimientos del hemisferio austral, situados en Brasil, Bolivia, Argentina, Islas Malvinas, Paraguay y Africa Meridional, y 19 especies o formas nuevas.

Entre los Braquiópodos tienen especial interés desde el punto de vista estratigráfico la *Leptocoelia flabellites,* cuyos restos son muy abundantes, por constituir un fósil guía o característico del devónico inferior; y desde el punto de vista biológico, los diversos representantes del género *Lingula,* por tratarse, evidentemente, de unas de las pocas formas que sin haber experimentado mayores variaciones en su conformación, han podido adaptarse a los sucesivos cambios operados en el ambiente marino desde el comienzo de la era paleozoica hasta la época reciente, ya que en los mares actuales existen varias especies de este género que habitan con preferencia las zonas poco profundas de los mares tropicales.

Otros géneros de Braquiópodos bien representados en nuestra fauna devónica, son: *Orbiculoidea, Schuchertella, Chonetes, Derbyina, Spirifer,* etc.

Entre los Moluscos predominan marcadamente los representantes del género *Nuculites,* algunos de ellos de verdadero valor estratigráfico.

Los Tribolitas, importante subclase de Crustáceos que, a pesar de haber vivido exclusivamente en los mares paleozoicos, las investigaciones paleontológicas han permitido conocer en forma amplia no sólo la estructura de sus apéndices, sino también la organización interna, el desarrollo ontogénico, etc., se encuentran abundantemente representados en la fauna devónica del Uruguay, contando con numerosas formas de los géneros *Homalonotus, Acaste* y *Dalmanites,* siendo de destacar que el segundo de ellos tiene varias de sus formas especializadas, como las correspondientes a los subgéneros *Calmonia, Pennaia* y *Proboloides.*

Es digno de señalarse que uno de los representantes uruguayos del género *Homalonutus,* el *H. magnus,* constituye la forma más gigantesca de los trilobitas sudamericanos conocida hasta la fecha.

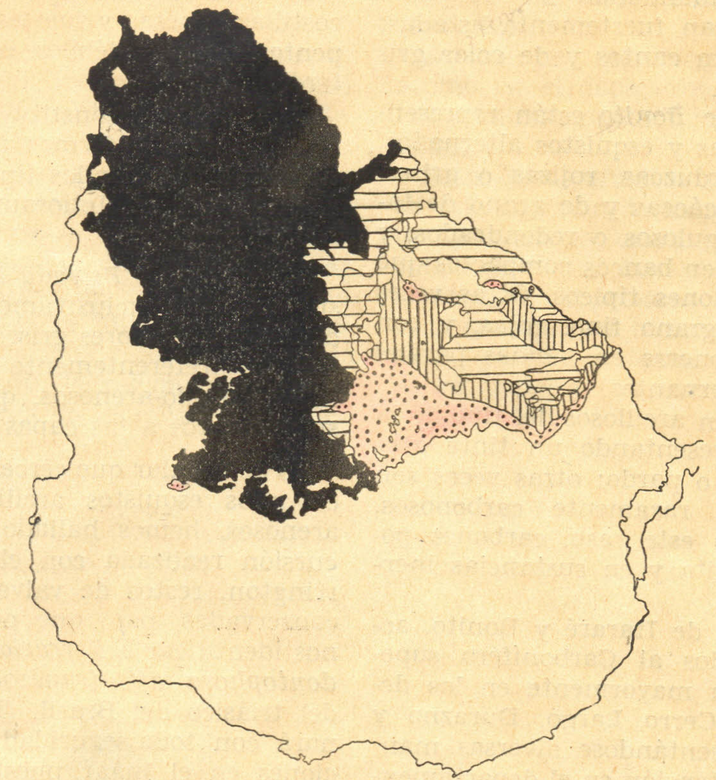
Por fin, en esta importante fauna se encuentran diversas especies del género *Tentaculites,* cuya posición sistemática es dudosa y que comprende fósiles que han vivido exclusivamente en los mares silúricos y devónicos, presentándose bajo la forma de pequeños tubitos cónicos, de sección circular, cuya superficie externa lleva una escultura típica que permite distinguir las distintas especies, una de las cuales, el *T. crotalinus,* no sólo es la más abundante. sino también la de mayor interés estratigráfico.

Del estudio de esta fauna marina uruguaya, que no sólo es la más antigua del país, sino también la más importante y la mejor conocida, se desprende en forma categórica que corresponde al devónico inferior, correlacionándose en forma más directa con la fauna de la Serie de Paraná, Ponta Grossa, Brasil.

Los Esquistos de Rincón de Alonso afloran en pequeñas manchas dispersas por la región N. E. del departamento de Durazno, siendo la de mayor extensión la situada alrededor del Cerro del Convento y que se prolonga particularmente hacia el N. O. del mismo. Otros pequeños asomos han sido localizados sobre el Arroyo del Cordobés, limítrofe con Cerro Largo, próximos al Paso de la Cruz.

Las *Areniscas de La Paloma* ocupan la parte superior de los sedimentos devónicos del país, y se caracterizan litológicamente por su grano fino, por su cemento arcilloso más o menos acentuado, por su color rojo-violáceo y por presentarse regularmente listadas. Estas areniscas carecen de fósiles.

La dispersión geográfica de los sedimentos devónicos abarca una pequeña porción de la parte central del Uruguay, especialmente en el departamento de Durazno, presentándose también diversas manchas de reducida extensión en el departamento de Cerro Largo, la mayor de las cuales comprende una pequeña y angosta faja ubicada al S. O. de Melo.



Dispersión geográfica esquematizada de las rocas del Sistema de Gondwana, Itararé y Bonito (en punteado); Palermo, Iraty y Estrada Nova (en rayado vertical); Teresina, Areniscas de Buena Vista de Tacuarembó (en rayado horizontal); y Serra Geral (en negro)

3. — DEL SISTEMA DE GONDWANA

El Sistema de Gondwana, que no es otra cosa que la prolongación austral del Sistema brasileño de Santa Catharina, constituye, sin lugar a dudas, la principal unidad geológica del Uruguay, representando un testigo irreductible del gran Continente de Gondwana que, como bien sabemos, durante la parte superior de la era Paleozoica y la inferior de la Mesozoica se extendía por todo el continente austral, conservándose vestigios del mismo, tanto en Africa Meridional y Ecuatorial, como en Australia, América del Sud y la India.

Este sistema ocupa un área de considerable amplitud en nuestro territorio, cubriendo virtualmente más de la mitad norte del mismo, pudiéndose destacar que mientras sus rocas eruptivas se expanden por la región N. O. y central, sus rocas sedimentarias se encuentran confinadas en la región N. E.

A efecto de facilitar particularmente la dispersión geográfica de los diversos elementos que integran este sistema, los consideramos en el siguiente orden: a) Itararé y Bonito; b) Palermo, Iraty y Estrada Nova; c) Teresina, Areniscas de Buena Vista y Areniscas de Tacuarembó; y d) Efusivas de Serra Geral.

Los depósitos de *Itararé* están constituídos esencialmente por tillitas, entre las cuales se intercalan esquistos y areniscas. Las tillitas o conglomerados glaciales, contienen guijarros y bloques de tamaño y naturaleza variada, irregularmente distribuídos en una matriz areno-arcillosa, dura y, por lo general, sin estratificación.

Abundan los cantos estriados, constituídos por fragmentos más o menos grandes, angulosos y achatados, que suelen llevar una serie de estrías comúnmente dispuestas en forma paralela al eje mayor.

Los esquistos son arcillosos, marcadamente bandeados y con aspecto várvico, denominándoseles desmopelodita; ofrecen una coloración gris, verde o violácea, por lo general.

Por fin, las areniscas son arcillosas, de

grano variable, abundando las de grano fino, y se presentan fuertemente listadas; suelen ser ricas en cantos y de color gris o violáceo.

Los depósitos de *Bonito* están representados por areniscas y esquistos alternados. Las areniscas parduzcas, rojizas o grises, son finamente micáceas y de grano de tamaño diverso, angulosos o redondeados, y suelen disponerse en bancos compactos que constituyen paredones típicos. Otras veces son blandas, de grano fino, rojas, y con tendencia a disponerse en bandas paralelas de colores alternantes.

Los esquistos son arcillosos del tipo de la desmopelodita, presentando un tinte gris, rojo, azul oscuro o pardo; otras veces son arenosos y más raramente carbonosos, constituyendo, en este caso, carbones pobres, ricos en pirita y en sustancias inertes.

Los sedimentos de Itararé y Bonito, actualmente referidos al Carbonífero superior, se extienden mayormente en los departamentos de Cerro Largo, Durazno y Tacuarembó, presentándose diversas manchas de escasa extensión en el departamento de Rivera y un pequeño asomo en la región limítrofe de Soriano con Durazno y Flores.

Los estratos de *Palermo* comprenden esquistos arcillosos, o arcillo-arenosos, argilitas pardas y areniscas esquistosas de color gris-azulado, asociados a calizas dispuestas en nódulos, lentes o niveles de poco espesor.

En los esquistos de Palermo se presentan restos fósiles de peces ganoideos, probablemente correspondientes al género *Elonichthys,* una de cuyas especies *E. gondwanus* es común en el Brasil.

Las capas de *Iraty* están esencialmente representadas por esquistos de color negrusco, micáceos, a veces de naturaleza bituminosa, que encierran restos de una de las formas más primitivas de los reptiles: el *Mesosaurus brasiliensis* cuya estructura esqueletógena permite reconocer los hábitos acuáticos de este interesante reptil de régimen carnívoro.

El sistema dentario no muestra diferenciación alguna, siendo sus elementos numerosos y aciculares. El cráneo es bien alargado y su longitud representa más de la quinta parte de la longitud total del animal que apenas alcanza a 50 cm.

El cuello es corto, pero muy flexible; las costillas gruesas y fuertes, y los miembros, pentadáctilos y débiles, con membrana interdigital.

El mesosauro constituye, sin duda alguna, una de las formas más antiguas que tienden a originar los tipos de reptiles marinos, como los Ictiosaurios, el plesiosaurus etc.

Las capas de *Estrada Nova* (stricto sensu) incluyen exclusivamente a aquellos sedimentos de colores grises y verdosos, constituídos preferentemente por esquistos arcillosos, arcillo-arenosos, que se encuentran superpuestos a las capas de Iraty.

Es de señalar que cerca de Fraile Muerto, en unos esquistos arcillosos, ligeramente arenosos, hemos hallado durante una excursión realizada con el Dr. Horacio Harrington, restos de valvas deficientemente conservadas, pero que permitieron al menos identificar a *Ferrazia cardinalis* y *Anodontophora aff. trapezoidalis,* pelecípodos del triásico del Brasil. Tal hallazgo originará con toda seguridad nuevas investigaciones en el lugar, puesto que indudablemente tiene especial significación estratigráfica, por cuanto induciría a considerar nuestro Estrada Nova como triásico en lugar de pérmico.

Los sedimentos de Palermo, Iraty y Estrada Nova se hallan expuestos particularmente en los Departamentos de Tacuarembó y Cerro Largo, aflorando también, pero con mucha menor extensión, en Rivera. Se les considera de edad pérmica ya inferior, ya superior.

Teresina comprende a un conjunto de depósitos arcillosos, abigarrados, que se presentan cubiertos por camadas de areniscas esquistosas fosilíferas, ricas en valvas de moluscos pelecípodos.

Las *Areniscas de Buena Vista* presentan una coloración roja, son blandas y friables, a veces de estratificación diagonal y con interposiciones delgadas de arcilla rojo-ladrillo.

Las *Areniscas de Tacuarembó,* de tonos claros, amarillentos o rosados, a veces son más o menos blandas y otras veces compactas y duras. Estas areniscas han aportado moldes de gastrópodos tan deficientemente conservados que los hacen indeterminables; además, de ellas procede un magnífico ejemplar

de pez ganoideo, al que lamentablemente le falta la cabeza.

Los sedimentos de Teresina, Areniscas de Buena Vista y Areniscas de Tacuarembó, afloran preferentemente en los departamentos de Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo, presentándose además pequeños asomos en el de Durazno. Son considerados del triásico superior.

Las *Rocas efusivas de Serra Geral* ocupan un área muy extensa de nuestro territorio, cubriendo casi toda la superficie de los departamentos de Artigas y Salto, más de la mitad de Paysandú, la región oriental del de Río Negro, cerca de la mitad de Durazno, y la zona occidental de Rivera y Tacuarembó.

Además se ha reconocido un pequeño asomo en el departamento de Soriano, en las proximidades del Paso Palmas del Río Negro.

Estas rocas efusivas se hallan dispuestas en una sucesión de napas, magmas andesítico-porfírico, y están representadas particularmente por basaltos compactos, y en los tramos superiores correspondientes a cada efusión, por basaltos más o menos porosos. Se les considera del triásico más superior y del jurásico más inferior (rético-liásico).



Dispersión geográfica esquematizada de los depósitos cretácicos

4. — DE LOS SEDIMENTOS CRETACICOS

Los depósitos cretácicos del Uruguay corresponden exclusivamente a sedimentos areniscosos que, gracias a los fósiles que encierran, han podido ser determinados como del cretácico superior; vale decir que corresponden a los últimos tiempos de la era mesozoica.

Entre ellos se distinguen las Areniscas de Guichón, las Areniscas de Mercedes y las Areniscas con Dinosaurios.

Las *Areniscas de Guichón* ocupan la parte inferior del cretácico uruguayo, caracterizándose esencialmente desde el punto de vista litológico por ser areniscas de grano fino, algo irregular, redondeado, con abundante cemento arcilloso y con una coloración rojiza más o menos acentuada. Si bien aparentemente son areniscas compactas, siempre se parten en paralelepípedos irregulares antes de desagregarse en arenas.

Otra característica de estas areniscas es

la de poseer, por una parte, con carácter casi permanente, pequeños eolitos blanquecinos de naturaleza indeterminada y la de presentar, por otra parte, con relativa frecuencia, nidos de arcilla pardo-roja, o bien débiles niveles arcillosos o calcáreos.

También es de señalar que la coloración rojiza típica en estas areniscas de Guichón, puede presentarse más o menos disminuída, debido a una alteración periférica que al provocar una reducción de las sales de hierro, las vuelve de color claro: rojo-pálido, rosáceo y hasta blanquecino.

Las Areniscas de Guichón, que han sido señaladas para los departamentos de Paysandú y Río Negro, son fosilíferas, habiendo proporcionado en la localidad de Guichón del primero de esos departamentos, excelente material erpetológico, correspondiente, en su mayor parte, a unos pequeños Crocodilianos del género *Uruguaysuchus*, que, sin lugar a dudas, es el vertebrado más importante y mejor conocido de la era mesozoica de nuestro país.

Debe destacarse que las piezas esqueletarias del *Uruguaysuchus* presentan, invariablemente, las cavidades medulares rellenas de calcita, mineral éste que suele modificar, por otra parte, las trabéculas óseas de las epifisis.

Del estudio de la organización esqueletógena de este interesante reptil primitivo, se desprende que se trata de una forma adaptada esencialmente para la vida terrestre, de régimen francamente carnívoro, y cuya longitud oscila entre un metro y un metro con veinte centímetros, correspondiendo poco más de la décima parte al cráneo.

El sistema dentario muestra ya una marcada diferenciación de sus elementos en dos tipos fundamentales: los anteriores, simples, agudos, algo arqueados y con corona casi cilíndrica; los posteriores en cambio, con una construcción más complicada, más especializada, con corona espatuliforme separada de la raíz por un profundo surco y con la superficie masticatoria suamente dentellada.

La gran cantidad de pequeñitas placas dérmicas halladas junto a los restos del *Uruguaysuchus*, permiten deducir que tendría el cuerpo dorsalmente protegido por ellas.

Es indudable que el *Uruguaysuchus* representa a un tipo de reptil más evolucionado, más especializado, que el *Mesosaurus* de fines de la era poleozoica, a pesar de conservar todavía algunos caracteres bien primitivos, como el enorme desarrollo de la fosa preorbitaria, la extraordinaria prolongación del pterigoides, la gran amplitud de los palatinos y las vértebras notablemente anficélicas.

Las Areniscas de Mercedes, situadas en la parte media del cretácico de nuestro país, se caracterizan preferentemente por su granulación desigual: conglomerádica o gravillosa, proveniendo su material clástico exclusivamente de rocas cristalinas, trozos o cantos de cuarzo, feldespato, granito, etc., por lo general, poco rodados. Por su cementación variable, con cemento calcáreo de origen feldespático, o bien silicificado, y por su coloración clara, comúnmente blanquecina, con manchas de color rosáceo claro.

Los depósitos de estas Areniscas de Mercedes suelen presentar en la parte superior intercalaciones de calizas, más o menos cristalinas, de color parduzco claro, formándose así verdaderos manchones de areniscas calcáreas, lentes de caliza y hasta cristalizaciones de calcita.

Estas areniscas son estériles en fósiles, habiendo sido señaladas particularmente para el departamento de Soriano, sobre la margen izquierda del Río Negro frente a Mercedes, en el Cerro de los Claveles, etc.

Las *Areniscas con Dinosaurios* comprenden la parte superior de los depósitos neocretácicos del Uruguay, pudiéndose concretar así sus principales caracteres litológicos: areniscas de grano fino, a veces rodado y hasta pulido, con cemento arcilloso o calcáreo más o menos abundante, que puede estar atacado en grado variable por fenómenos de diagénesis y entonces presentarse ferrificado o silicificado.

La coloración es variada, predominando los tonos rosado, rosáceo claro, gris, blanquecino y verdoso, siendo frecuentes las mezclas de unos con otros.

Estas areniscas deben su nombre al hecho de que en ellas han sido hallados, aunque seguramente no *"in situ"*, restos de Dinosaurios, que se presentan por lo general fragmentados y en avanzado estado de silicificación. Este material ha permitido constatar cuando menos la presencia de cuatro de las formas más comunes de Dinosaurios del Cretácico Superior de la Pata-

gonia Argentina, correspondientes a los géneros: *Titanosaurus, Laplatasaurus, Antarctosaurus* y *Argyrosaurus*.

Se trata de gigantescos reptiles pertenecientes a los Dinosaurios Saurópodos que, como sabemos, comprenden a los animales terrestres más grandes que han existido, algunos de los cuales exceden de 40 metros de longitud y 8 metros de altura.

Entre sus caracteres morfológicos más salientes podemos destacar: el cráneo excesivamente pequeño en proporción con el enorme desarrollo del cuerpo; el cuello muy alargado al igual que la cola, la cual en algunas de sus diversas formas gozaba de gran amplitud de movimientos debido a la especial configuración de la primera vértebra caudal; los miembros cortos, verticales y robustos y sin presentar mayores diferencias entre los anteriores y los posteriores; el sistema dentario con una estructura propia de los reptiles herbívoros.

Los Dinosaurios del Uruguay corresponden, indiscutiblemente, a las formas más especializadas de este importante orden de reptiles totalmente extinguido al finalizar la era mesozoica, y cuyas siluetas se han popularizado después de los sensacionales descubrimientos de esqueletos completos realizados con preferencia en Norteamérica, siendo bien conocidas las esculturas de tamaño natural de las reconstrucciones de sus principales representantes norteamericanos existentes en el Parque de Hagenbeck, de Hamburgo, como así también en el Monumento Nacional al Dinosaurio, erigido en uno de los Estados de América del Norte.

En la parte superior de los depósitos de las areniscas con Dinosaurios, los fenómenos de diagénesis a que hemos hecho referencia, provocan la formación de la llamada *Arenisca del Palacio,* que presenta un tono salmón, cuando el óxido de hierro se ha repartido uniformemente en su masa, un aspecto de verdadero turrón, con tonos claros y oscuros, cuando ha seguido una trama irregular, y, por fin, un color pardo oscuro cuando ha sido totalmente silicificada y ferrificada.

Las Areniscas cretácicas se extienden particularmente en la zona occidental de los departamentos de Paysandú y Río Negro, luego en Soriano y Canelones, y con mucha menos intensidad en Colonia, Durazno, San José, Florida, Flores y Salto.



Dispersión geográfica esquematizada de los sedimentos cenozoicos

5. — DE LOS SEDIMENTOS CENOZOICOS

Los sedimentos cenozoicos del Uruguay, con exclusión de los pliocénicos superiores, permiten cuando menos considerar a las Calizas del Queguay, a las Capas de Fray Bentos, a la Transgresión Entrerriana y a las Arenas Rojas y areniscas de Salto.

Las *Calizas del Queguay*, atribuídas al Eoceno, se presentan, como veremos luego, en diversos lugares de la región ocidental del país, pero siempre en manchas de reducida extensión, pudiendo ser definidas litológicamente como calizas comúnmente blancas o con tonos ligeramente parduzco-amarillento, compactas, duras y siempre con cuarzo clástico

Estas calizas pueden contener cantos angulosos de rocas cristalinas, siendo de destacar que las pequeñas oquedades que suelen presentar se encuentran comúnmente tapizadas de pequeños cristales de calcita. Otras de las particularidades más salientes de estas calizas es la de presentarse siempre secundariamente silicificadas en grado variable, adquiriendo un tinte rosáceo bien típico cuando el proceso de silicificación es total, y en tal caso recibe el nombre de *carneolita.*

Si bien son fosilíferas, apenas han aportado unos pocos ejemplares de gastrópodos sin mayor significación estratigráfica y que han sido atribuídos a los géneros *Planorbis, Bulimulus* y *Borus.*

Las Calizas de Queguay afloran particularmente en los departamentos de Paysandú, Durazno, Flores, Soriano y también en el de Canelones.

Las *Capas de Fray Bentos* incluyen a sedimentos bien heterogéneos, que han sido atribuídos al Mioceno y que presentan los siguientes caracteres litológicos fundamentales: limo arenoso de apariencia más o menos terrosa, con numerosos granos de cuarzo redondeados o fragmentados y de tamaño desigual, que suelen hallarse envueltos en un material arcilloso rojizo, relativamente abundante.

Contiene nódulos calcáreos, en cuyo interior aparecen pequeñas cavidades tapizadas con minúsculos cristales de calcita, otras veces presenta redes carbonatadas, blanquecinas o ligeramente rosáceas y, por fin, puede contener lentes de calizas o bien

costra calcárea blanquecina muy endurecida, como así también cenizas volcánicas. La coloración de estos sedimentos está en relación con la riqueza de sustancia calcárea que contienen, siendo tanto más claros cuanto mayor es aquélla, predominando el tono parduzco-rosáceo claro, o bien el parduzco-rojizo.

Las Capas de Fray Bentos no son mayormente fosilíferas, de ahí la gran dificultad de asignarles una edad bien precisa, siendo consideradas, como ya hemos señalado, del Mioceno, pero actualmente hay tendencia a establecer su límite inferior en el oligoceno como máximo, coincidiendo, quizá, con el limo rojizo de Santa Lucía *(Santaluciense de Kraglievich)*, que aportó restos de *Propachyrukhos*. En cuanto al límite superior se habla de prepampeano.

Antes de referirnos a la Transgresión marina Entrerriana, debemos señalar la presencia del complejo de arenas, gredas y margas, que constituyen la parte esencial de las barrancas de San Gregorio en el departamento de San José, que tantos restos de mamíferos fósiles aportó hace algunos años y que correspondería al piso mesopotamiense de la formación argentina arauco-entrerriana. Entre esos fósiles podemos destacar diversos restos correspondientes al género: *Stromaphoropsis* y numerosos tubos caudales que corresponden a diversos géneros de desdentados acorazados con caparazón rígido.

Estas Capas de Fray Bentos están expuestas en forma interrumpida particularmente en la región occidental del país, abarcando superficies relativamente extensas en los departamentos de Colonia, Soriano, Río Negro y Paysandú, y de menor extensión en Canelones y San José. Además hacen un pequeño asomo en el departamento de Treinta y Tres.

La *Transgresión Entrerriana* se encuentra litológicamente representada por areniscas gruesas, calcáreas, de color blanquecino-grisáceo, con granos de cuarzo por lo general bien redoneados y de tamaño irregular, pudiendo contener, además, pequeños cantos.

A veces se presentan poco consolidadas, en cambio otras veces están dispuestas en bancos; siendo muy fosilíferas, tanto que en algunos casos constituyen una verdadera arenisca conchilífera.

Estos depósitos encierran gran cantidad de invertebrados marinos, algunos fósiles y otros, los menos, subfósiles, predominando los representantes de los Moluscos, entre los cuales merecen destacarse los siguientes: *Ostrea patagonica, Chione münsteri, Cardium robustum, Cymbiola brasiliana,* etc. Entre los Equinodermos se encuentra la *Monophora darwini* que constituye uno de los fósiles característicos o guías de esta transgresión.

Es de señalarse que en algunas intercalaciones de niveles de arena fluída se han encontrado ejemplares correspondientes a diversos Braquiópodos, entre otros: *Bouchardia transplatina y Lingula bravardi.*

Esta fauna marina del plioceno inferior, está constituída por más de 80 especies conocidas en la Argentina, ofreciendo un especial interés por haber sido la madre —por así decirlo— de las faunas pleistocénicas, holocénicas y recientes de nuestras costas, en la cual, formas de la provincia magallánica se mezclan con otras de la región brasileña.

Los depósitos de la Transgresión Entrerriana afloran preferentemente en el departamento de Colonia, habiendo sido localizados también en el de San José.

Las *Arenas rojas y las Areniscas Conglomerádicas de Salto* se presentan como arenas enrojecidas, conteniendo lechos delgados y regulares, y lentes de gravas o guijarros más o menos irregularmente distribuídos, a las que se asocian niveles arcillosos y bancos conglomerádicos de color caramelo negro o verdoso, que suelen contener fragmentos de madera silicificada de origen incierto.

Estas arenas y areniscas parecen hallarse confinadas a la región occidental de los departamentos de Salto y Artigas, en la cual se observan manchas de extensión relativamente reducidas.



Dispersión geográfica esquematizada de los sedimentos Pampeanos y Postpampeanos

6. — DE LOS SEDIMENTOS PAMPEANOS Y POSTPAMPEANOS

Los sedimentos Pampeanos corresponden, de acuerdo con buen número de autores, al plioceno superior y al pleistoceno, es decir a los últimos tiempos de la era cenozoica y los primeros de la antropozoica, mientras que los Postpampeanos están confinados en el holoceno.

En forma concreta los *Sedimentos Pampeanos* desde el punto de vista litológico se caracterizan esencialmente como limos arenosos o arcilosos, margas, loess y lentes de ceniza volcánicas, presentando por lo común concreciones calcáreas más o menos abundantes, ya en forma de muñequitas, ya en redes endurecidas.

En cuanto a la coloración de estos sedimentos varía entre el pardo y el verde, predominando el pardo rojizo o amarillento.

El Pampeano tiene especial interés desde el punto de vista paleontológico, tanto en lo que respecta a la paleontología como a la paleogeografía; encerrando sus sedimentos una rica y variada fauna mamalógica, cuyos representantes corresponden a dos grupos bien definidos de mamíferos.

El primero, constituído por aquellos mamíferos originarios de Sudamérica, ya que sus antecesores se encuentran en las diversas faunas del cenozoico de la República Argentina, cuyo territorio constituye, uno de los centros mundiales más importantes para el estudio de los mamíferos fósiles.

El segundo grupo está representado por aquellos otros mamíferos que procedentes del norte, algunos originarios del viejo mundo y otros de América del Norte, hicieron su aparición súbitamente, gracias al resurgimiento del puente centroamericano que durante los últimos tiempos cenozoicos y los primeros antropozoicos unió América del Sud con la del Norte, antes separadas por el mar interamericano que constituía una barrera insalvable para el intercambio de las faunas terrestres.

En el primer grupo el Pampeano del Uruguay cuenta con numerosos representantes de diversos órdenes, algunos hoy totalmente extinguidos, que evidentemente corresponden a las formas más evolucionadas, más especializadas, que se distinguen preferentemente por su gigantesco tamaño, confirmando así, una vez más, la ley de la

ortogénesis sobre el aumento progresivo de la talla.

Entre los Destentados se destacan los acorazados con caparazón rígido, con las diversas formas de los géneros *Gliptodon, Daedicurus, Panochtus, Sclerocalyptus,* etc.; los acorazados con caparazón movibles, con los géneros *Dasypus, Eutatus, Clamydotherium,* etc.; los pilosos con las numerosas formas de gravigrados correspondientes a los géneros: *Megatherium, Glossotherium, Lestodon, Scelidotherium. Scelidodon, Nothrotherium,* etc.

Entre los Notoungulados, orden extinguido y exclusivo de la América Meridional, el importante género *Toxodon;* entre los Liptoternos el interesante género *Macraunia.*

En el segundo grupo de mamíferos pampeanos del Uruguay podemos señalar diversos representantes de los Carnívoros, principalmente de los Fissipedia, como los géneros *Smilodon, Arctotherium,* etc.; entre los Equidos al *Hippidium,* y, por fin, entre los Cérvidos, numerosas formas genéricas.

Ahora bien, al mismo tiempo, que el territorio sudamericano fué invadido por esos mamíferos del norte, el territorio norteamericano lo fué por algunos de los principales representantes de la fauna austral, así por ejemplo, representantes de los géneros *Megatherium, Nothrotherium,* etc., y el resultado de tal intercambio fué una mezcla de faunas que llegó a modificar notablemente las características de ambas, produciéndose un verdadero desequilibrio biológico.

El Pampeano aflora con mayor amplitud en la región oriental del departamento de Treinta y Tres, continuándose hacia el N. con el ángulo S. E. de Cerro Largo, y hacia el S. con el ángulo N. E. de Rocha, angostándose cada vez más hasta la localidad de Chuy, para presentarse luego en forma interrumpida en angostas fajas que afloran en la parte sur del país y en la occidental de los departamentos de Colonia y Soriano.

Además, en los departamentos de Rivera y Río Negro se observan pequeños asomos, ocurriendo lo mismo en el ángulo N. E. del departamento de Lavalleja, pero en este caso como simple continuación de la gran mancha que cubre buena extensión del departamento de Treinta y Tres.

También los sedimentos pampeanos suelen aflorar en forma de pequeños remanentes sin mayor extensión ni espesor, particularmente en los arroyos de muchos otros departamentos, como por ejemplo Tacuarembó y Artigas, de los cuales conocemos diversos restos fósiles bien característicos.

Para concluir con esta ligera revista a los principales terrenos geológicos del Uruguay debemos agregar que los *Sedimentos Postpampeanos*, de edad holocénica, y particularmente representados por la Transgresión Querandina, se presentan por lo general al estado de bancos de conchillas, o bien, en forma de depósitos fangosos, de color gris oscuro y que suelen contener granos de cuarzo dispersos.

Estos depósitos encierran gran cantidad de Moluscos subfósiles, es decir, formas que si bien han vivido en épocas geológicas anteriores a la actual, persisten en los tiempos recientes. Entre ellos se destaca la *Erodona mactroides (Azara labiata)* que, sin duda alguna, es el principal subfósil característico o guía de esta transgresión marina.

Los depósitos postpampeanos se encuentran dispersos por todo el litoral del Plata y Atlántico uruguayo, extendiéndose sobre la cuenca del Uruguay y del Río Negro.

En Montevideo, son bien conocidos los yacimientos de Punta Carreta y del Cerro.

Sólo en los departamentos de Treinta y Tres y Soriano han podido ser delimitados en forma general; en el primero de ellos abarcan una larga faja oriental, relativamente ancha, que se extiende desde algo al S. del Puerto Charqueada hasta el límite con Cerro Largo.

En Soriano están confinados en una angosta faja occidental que se extiende desde algo más al S. de la Playa Agraciada hasta la Cañada del Avestrúz, es decir, algo más al N. de la Isla del Infante, y que adquiere su mayor anchura en la proximidad de Villa Soriano.

Hechas estas breves referencias acerca de los diversos terrenos geológicos que constituyen el subsuelo de nuestro país daremos fin a nuestra exposición, explicando sobre el mapa geológico que proyectaremos de inmediato, la dispersión geográfica de cada uno de ellos.

CUADRO DE LOS TERRENOS GEOLOGICOS DEL URUGUAY

ANTROPOZOICA	RECIENTE	....
	HOLOCENO	Transgresión Querandina: fango gris oscuro, depósitos de conchillas, etc., con moluscos subfósiles.
	PLEISTOCENO	Pampeano: limos, etc., etc., con restos fósiles de grandes mamíferos.
CENOZOICA	PLIOCENO	Arenas rojas y areniscas conglomerádicas de Salto. Transgresión Entrerriana: areniscas calcáreas, con moluscos, equinodermos, etc. Arenas, greda, margas, etc., (Mesopotamiense argentino?) con restos de mamíferos.
	MIOCENO	Capas de Fray Bentos: limos, etc. con restos de mamíferos.
	OLIGOCENO (?)	Depósitos arenosos grisáceos (?) con restos de aves y mamíferos.
	EOCENO (?)	Calizas de Queguay: blancas y más o menos silicificadas, con restos de gastrópodos.
MESOZOICA	CRETACICO	Areniscas con Dinosaurios: en parte silicificadas y ferrificadas, con restos de grandes reptiles. Areniscas de Mercedes: conglomerádicas y gravillosas. Areniscas de Guichón: rojizas, arcillosas, etc., con restos de reptiles crocodilianos.
	JURASICO	Efusivas de Serra Geral: basaltos de diversos tipos, etc.
	TRIASICO	Areniscas de Tacuarembó: amarillentas o rosadas, etc., con restos de peces ganoideos y gastrópodos. Areniscas de Buena Vista: coloración roja, etc. Teresina: depósitos arcillosos abigarrados y areniscas esquistosas, con pelecipodos.
PALEOZOICA	PERMICO	Estrada Nova (stricto sensu): estratos gris ceniza y verdosos, etc., con madera silificada. Iraty: esquistos negruzcos más o menos bituminosos, etc., con escamas de peces ganoideos y restos de reptiles. Palermo: esquistos grisáceos arcillosos, arcillo - arenosos y areniscas esquistosas.
	CARBONIFERO	Bonito: areniscas y esquistos arcillosos, carbonosos, etc. Itararé: serie glacial, tillitas, desmopeloditas, etc.
	DEVONICO	Areniscas de La Paloma: esquistosas. Esquistos de Rincón de Alonso: arcillosos, grisáceos, con lentes ocráceos etc., con trilobitas, braquiópodos, moluscos, tentaculites, etc. Arenisca de Carmen: claras, conglomerados, esquistos, etc.
PROTEROZOICA	ALGONCOICO	Serie de Aiguá: rocas efusivas ácidas, etc. Serie de Minas: cuarcitas, filitas, calizas, etc.
ARQUEOZOICA	ARCAICO	Complejo arcaico: gneisses, micacitas, pegmatitas, etc.

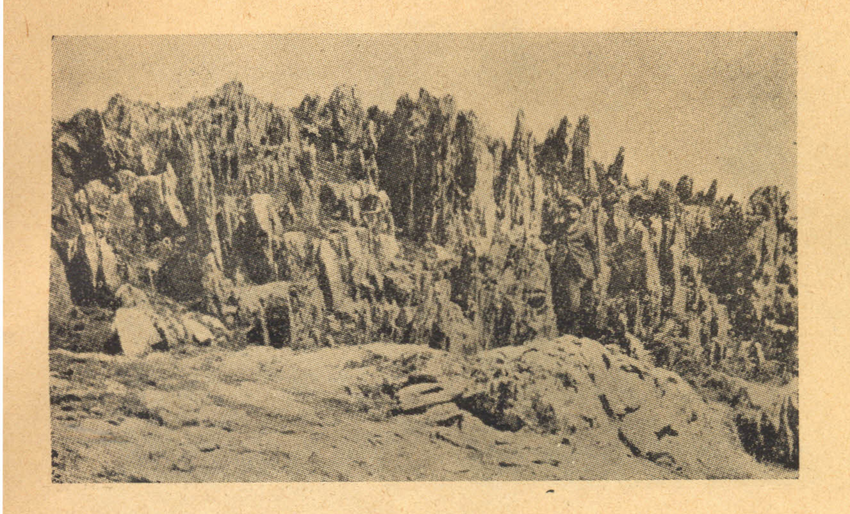


Fig. 1. — Buzamiento vertical de los esquistos cloríticos que afloran próximos a la Fortaleza del Cerro (Montevideo)

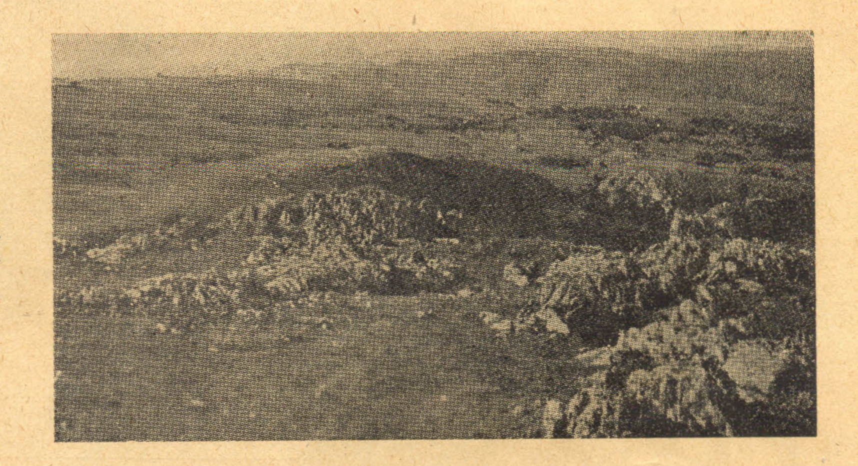


Fig. 2. — Filitas de la serie de Minas del Uruguay (en primer plano). Hacia el fondo, a la derecha, se observa el Cerro de las Ovejas (Lavalleja)

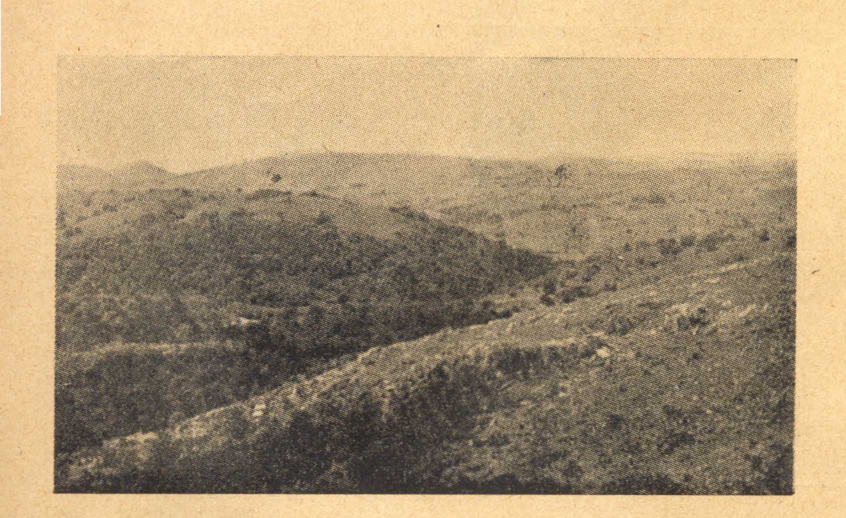


Fig. 3. — Cuarcitas de la Serie de Minas aflorando en crespones. Puntas de Mataojo (Lavalleja)

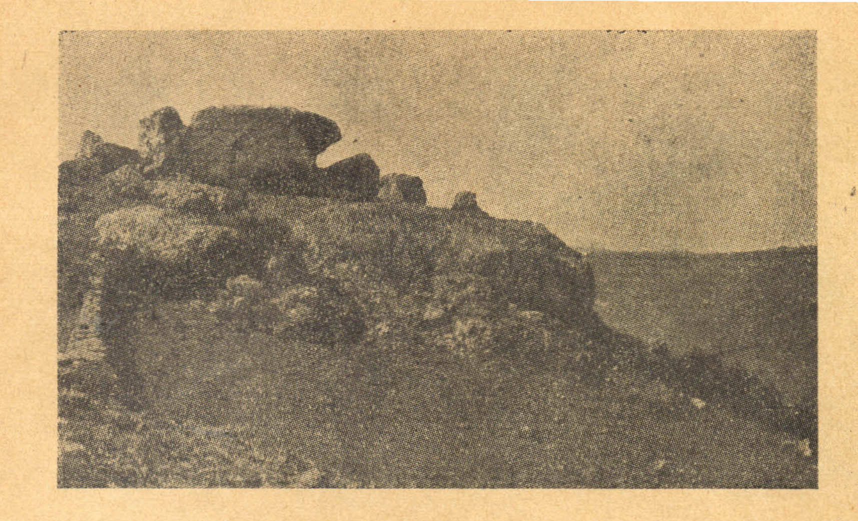


Fig. 4. — Pórfido cuarcífero de la Serie de Aiguá: peñasco mesetiforme (Lavalleja)

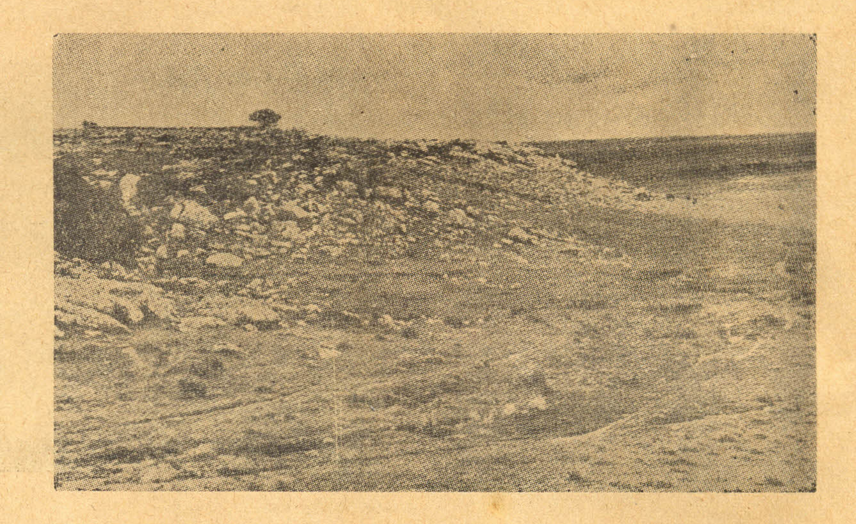


Fig. 5. — Arenisca de Carmen: escarpa sobre el valle del Arroyo de las Palmas del Cordobés (Durazno)

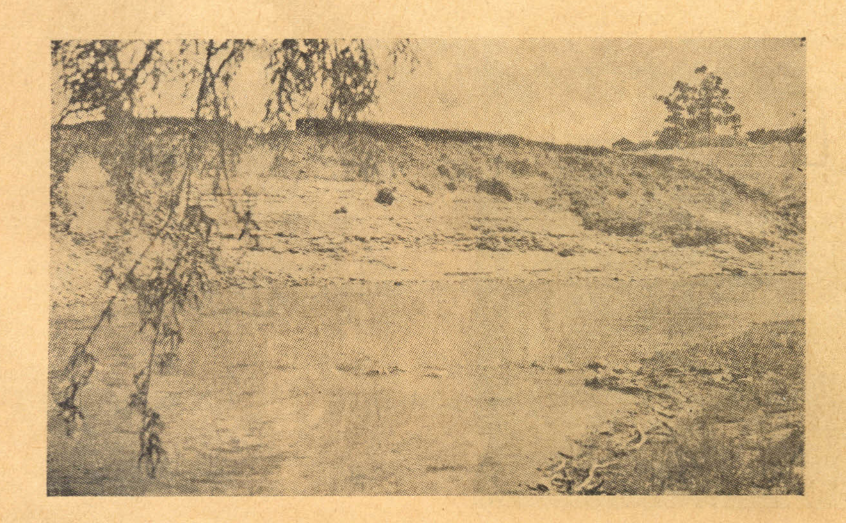


Fig. 6. — Esquistos de Rincón de Alonso: vista del primer afloramiento descubierto en el país, orilla izquierda del Arroyo del Cordobés, en campos de A. de Freitas (Durazno)



Fig. 7 — En la parte inferior, el lecho del Arroyo del Cordobés durante una de las grandes sequías; y en la parte superior, el mismo afloramiento de la figura anterior (Durazno)

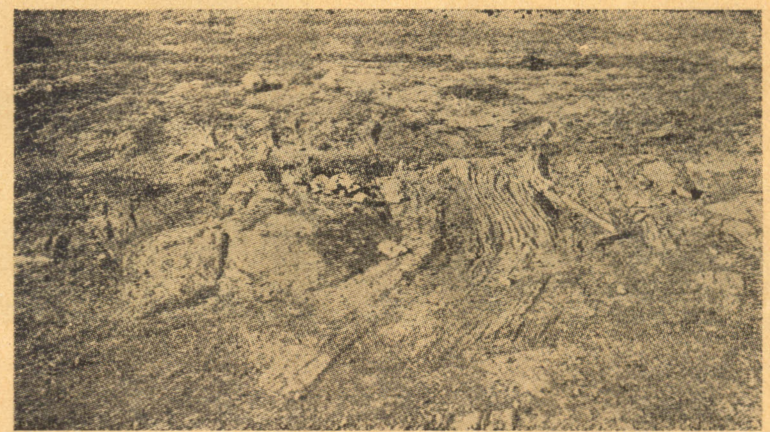


Fig. 8. — Areniscas de La Paloma sobre el camino de la Cuchilla Ramírez al Paso de las Palmas del arroyo del mismo nombre (Durazno)

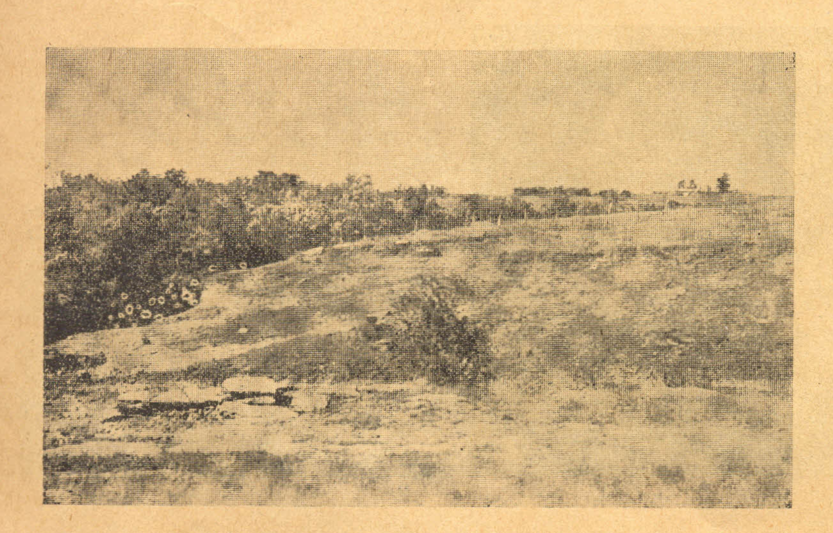


Fig. 9. — Esquistos de Rincón de Alonso, al borde del agua; luego capas de Itararé y arriba Areniscas de Bonito. Paso de la Cruz del Arroyo del Cordobés, orilla izquierda (Durazno)



Fig. 10. — Conglomerado glacial de Itararé, en el Paso Ramírez del Río Negro (Durazno)



Fig. 11. — Areniscas de Bonito, mostrando sus típicos paredones. 3 km. al E. del Paso Tía Lucía del Arroyo Fraile Muerto (Cerro Largo)

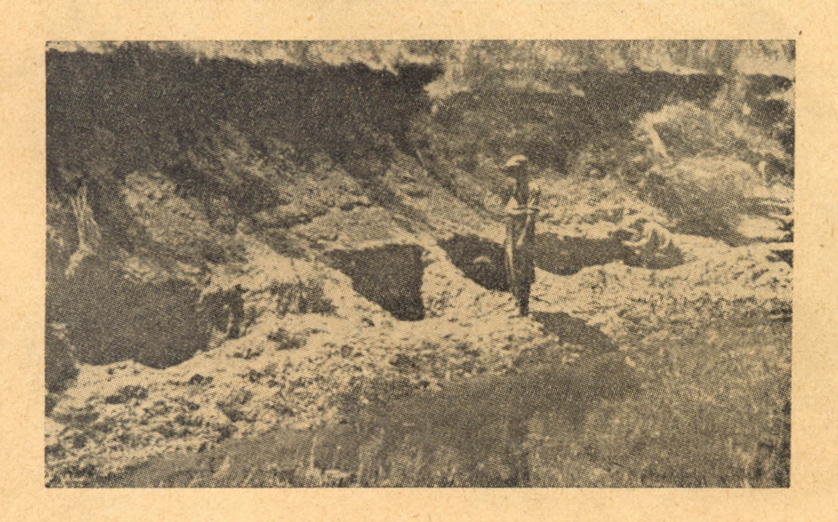


Fig. 12. — Esquistos de Iraty: excavaciones practicadas en la Cañada de los Burros en el yacimiento de Mesosaurus (Cerro Largo)



Fig. 13. — Argilitas de Teresina, en el zócalo; y banco en gradas de Areniscas de Tacuarembó. Cerro Miriñaque (Rivera)

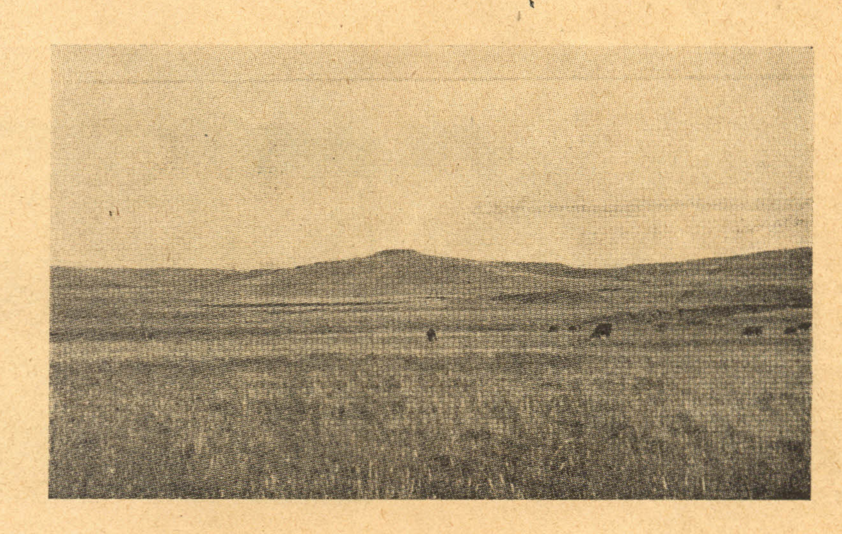


Fig. 14. — Efusivas de Serra Geral: tipo de paisaje en la zona basáltica. Valle superior del Arroyo de los Corrales (Paysandú)



Fig. 15. — Areniscas cretácicas al SSE. de Guichón. Puntas de la Cañada Canelón del Arroyo Grande (Río Negro)

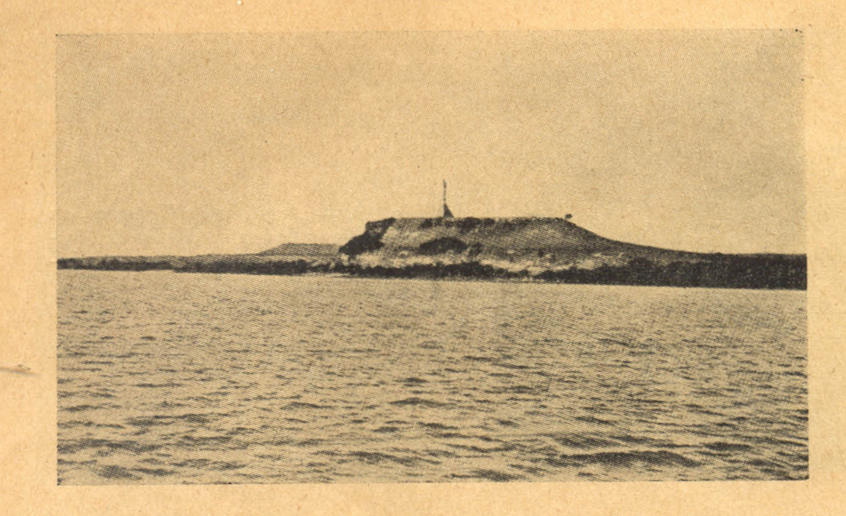


Fig. 16. — Areniscas cretácicas: Meseta de Artigas (Paysandú)



Fig. 17. — Areniscas de Palacio. A. Arachichú (Soriano)

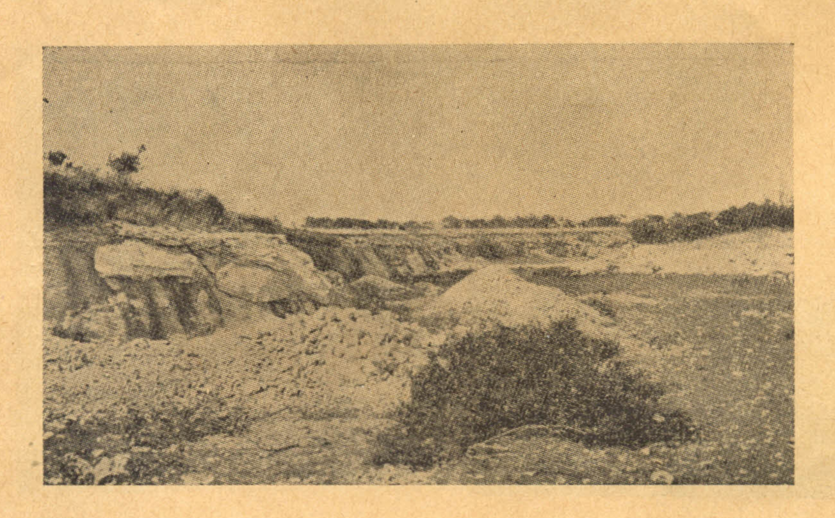


Fig. 18. — Calizas de Queguay: cantera abierta sobre la orilla izquierda del Río Queguay, arriba de la confluencia del Arroyo Quebracho (Paysandú)

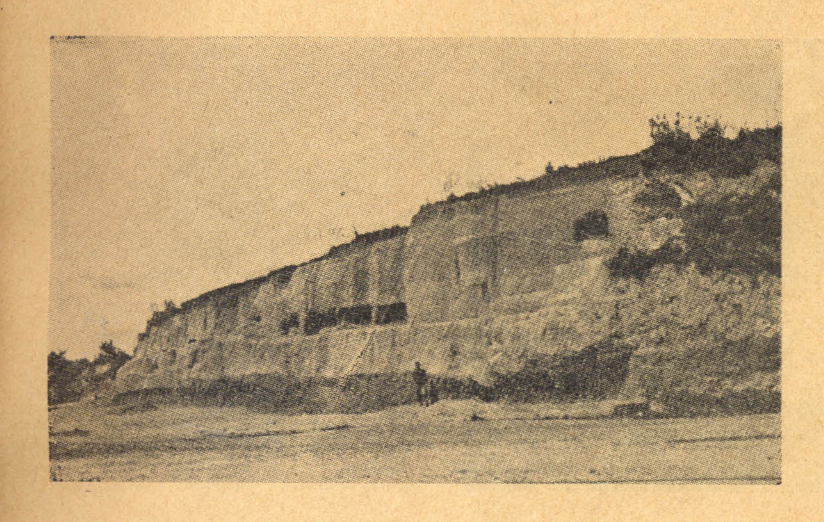


Fig. 19. — Capas de Fray Bentos: barranca en el cementerio de Nueva Palmira; sobre ellas se observan las excavaciones practicadas en depósitos fosilíferos de carácter marino. (Colonia)

Fig. 20. — Capas de Fray Bentos, en la base, 8 m.; luego un espesor de 2 m. de areniscas friables, algo ferruginosas; siguen 4 m. de arcillas arenosas gris-verdosas y arenas en lechos delgados (Mesopotamiense ?), y arriba areniscas bastas, silicificadas, con lentes conglomerádicos, recubiertas por un mato de cantos. Acantilado sobre el Río Uruguay, en la estancia Las Delicias (Paysandú)



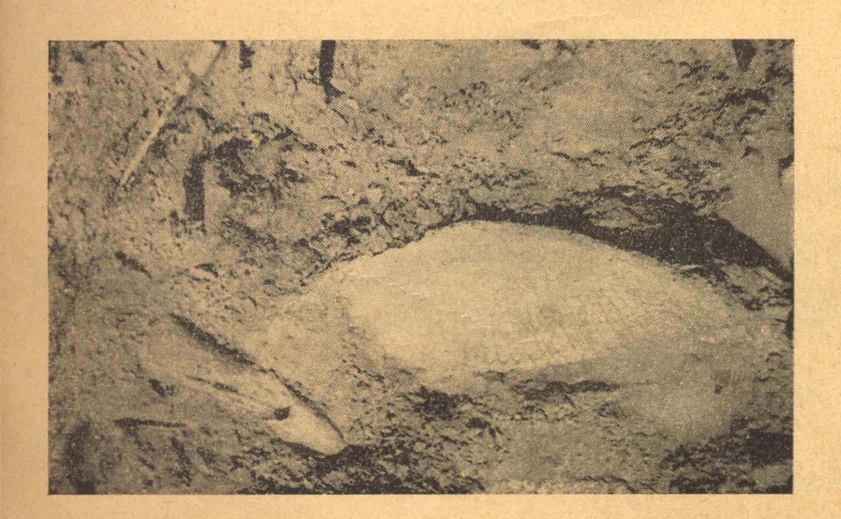


Fig. 21. — En la Barranca de San Gregorio: aparecen al descubierto diversos restos fósiles de un desdentado acorazado.



Fig. 22. — El Pampeano en las Bocas del caño (Colonia)



Fig. 23. — Sedimento Pampeano mostrando los muñequitos calcáreos en las aristas que separan los surcos producidos por el escurrimiento pluvial. (Taludes Carretera a Colonia, Km. 173)

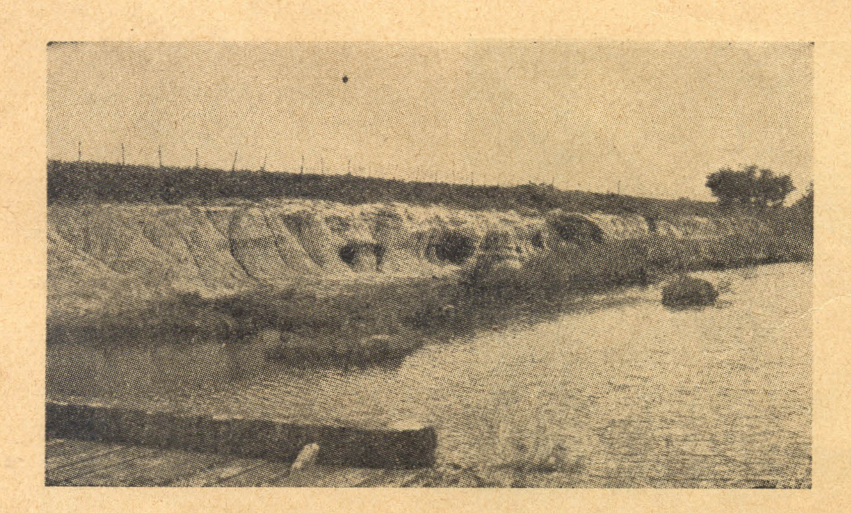


Fig. 24. — El Pampeano cubriendo las rocas efusivas de Serra Geral que afloran a nivel del agua en la orilla derecha del Arroyo Tres Arboles, en el Paso de Soca (Río Negro)

Segunda Conferencia

Génesis y evolución de los suelos



Ing. Carlos A. Fynn

Profesor de la Facultad de Ingeniería y Director del Servicio de Conservación de Suelos.

Al abordar el tema que ha sido fijado para esta disertación, corresponde hacer algunas consideraciones sobre la definición de suelo, tema que ha sido extensamente debatido sin poderse llegar a un acuerdo total.

Es éste quizá uno de los puntos engorrosos que debe encarar todo investigador que actúa en el amplio campo de la Edafología, ya que no se ha llegado aún a una definición que satisfaga todos los aspectos que caracterizan al suelo y que a la vez contemple todos los casos posibles en que un suelo puede definirse como tal.

Es por eso que cada autor ha dado una definición diferente, que tiene, como es lógico, sus ventajas e inconvenientes. Así podríamos citar casi tantas definiciones como autores existen en la materia. De ellas y a título de ejemplo, citaremos algunas de las más representativas.

Hilgard en 1906 expresó que en la acepción más general, el suelo es el material más o menos suelto y friable en el cual, por medio de las raíces, las plantas podrían hallar o hallan soporte y nutrición, como también otras condiciones para su crecimiento.

Ramann en 1911 definió el suelo como la capa superior meteorizada de la corteza terrestre sólida.

Joffe discrepa con el punto de vista últimamente citado y dice que el suelo es un cuerpo natural, diferenciado en horizontes, de constituyentes minerales y orgánicos, generalmente inconsolidados, de profundidad variable, el que difiere del material madre subyacente, en su morfología, en su constitución y propiedades físicas, en su composición y propiedades químicas y en sus características biológicas.

Del Villar expresa que el suelo propiamente dicho puede definirse como el espesor de la superficie terrestre en cuya formación ha concurrido, con los agentes geofísicos, la vida.

Como se ve, no existe una definición estricta, que en verdad no es muy necesaria, ya que en el concepto básico no existe discrepancia, ésta sólo es de detalles. La dificultad sin duda radica en que como definición debe ser breve, lo que obliga a sacrificar algunos aspectos que para unos son secundarios y para otros fundamentales.

Principalmente debe considerarse al suelo desde el punto de vista de sus relaciones con el crecimiento de las plantas superiores, lo que pone a la edafología en un plano de ciencia aplicada o técnico-económica.

Entrando ahora en el tema central, debemos decir que con excepción de los orgánicos, los suelos se derivan del sustracto geológico o roca madre, a través de una serie de transformaciones de distinta índole, que en definitiva dan origen a los diferentes suelos que constituyen el capital fundiario de cada nación y en particular de cada predio agrícola.

Los procesos genésicos que intervienen en esa lenta y continuada transformación están íntimamente ligados, resultando difícil establecer cuáles son en realidad los factores que inciden libremente y cuáles constituyen simples interacciones con los primeros.

Por lo tanto, al abordar el estudio de la génesis edafológica, es fundamental establecer concretamente los factores responsables de la formación del suelo, diferenciando convenientemente las causas de las consecuencias.

En este sentido, la ciencia que hoy nos ocupa, debe mucho al distinguido experimentador de la escuela americana Hans Jenny, quien ha concretado extensivamente el más moderno enfoque del problema, llevándolo a un planteamiento matemático, que le ha permitido visualizar las características que individualizan a un suelo, como funciones de unas pocas variables independientes.

El trabajo más meritorio en este sentido es la discriminación por medio de un análisis crítico, de las variables que pueden verdaderamente considerarse como independientes.

Jenny ha llegado a formular la ecuación general edafológica bajo la expresión siguiente:

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$

en la cual S es una característica cualquiera del suelo que depende funcionalmente de cl (clima), o (organismos), r (topografía), p (material madre) y t (tiempo).

Esta expresión matemática, a pesar de su forma, es más simbólica que efectiva, pero tiene el gran mérito de establecer definitiva-

mente las variables independientes que intervienen en la génesis edafológica.

No satisfecho con el aporte referido, Jenny ha intentado integrar la ecuación anterior, haciendo un profundo estudio de cada factor, para lo cual deben mantenerse constantes todos los otros, haciendo así posible expresar matemáticamente cada característica de los suelos como función de los factores de formación.

En este sentido el aludido experimentador ha recorrido una buena parte del camino que habrá que seguirse, encontrando muchas relaciones y dando el método al que tendrán que ceñirse la o las ecuaciones que representen la génesis aludida.

No es ésta la oportunidad de profundizar más aún sobre la expresión matemática, sino más bien rever los factores genésicos independientes y exponer suscintamente cómo actúan en la creación de los suelos.

Hemos visto que tales factores son: el clima, los organismos, la topografía, el material madre y la edad. Veremos en su forma más general cuál es la misión de cada uno.

El clima es uno de los factores más importantes que influyen en la creación de los suelos. Es sabido que él es el responsable de la existencia de suelos tales como los desérticos grises; las lateritas y terras roxas; los chernozen y los podsoles.

Lo difícil es encontrar la forma de caracterizar el clima, ya que fundamentalmente es la resultante de dos variables: la temperatura y la humedad. Se han propuesto con tal finalidad un gran número de índices que permiten individualizar y clasificar el clima en función de esas dos variables.

Merecen especial mención el factor de Lang P/t, el índice de aridez de Martonne $P/t + 10$ y el cociente N/S de Meyer que se ha difundido ampliamente y cuya expresión es:

$$\text{N.S.Q.} = \frac{\text{Precipitación (en milímetros)}}{\text{Déficit absoluto de saturación del aire (mm. de Hg)}}$$

Por último, tenemos los índices de efectividad de temperatura y de efectividad de precipitación, cuya expresión es respectivamente:

$$Y' = \sum_{1}^{12} \left(\frac{T - 32}{4}\right)_n \quad \text{e} \quad Y = \sum_{1}^{12} 115 \left(\frac{P}{T - 10}\right)^{10/9}_n$$

Es evidente que para caracterizar al clima es necesario hacer intervenir en una u otra forma a la precipitación y a la temperatura. Ambos influyen notablemente en la génesis del suelo.

La primera, conjuntamente con la evaporación, tiene especial importancia en el proceso de lixiviación del perfil y en consecuencia en la generación de los horizontes que han de caracterizar al suelo zonal.

El suelo zonal es aquel que bajo las condiciones normales de formación, prevalece como consecuencia de la interacción de las variables independientes remanentes.

La temperatura, a parte de influir en el proceso biológico del suelo, tiene especial relación con la arcilla originada en la descomposición de los silicatos. Es la temperatura uno de los factores que determinan la generación de las arcillas del tipo montmorilonita, beidelita o kaolinita.

En nuestro país el factor clima parecería influir poco en la diferenciación edafológica, dado que existe muy poca variación geográfica, lo que hace suponer que el clima de todo el territorio es relativamente semejante y por consiguiente poco influyente en esa diferenciación biológica.

No se han realizado aún estudios serios sobre este aspecto, puesto que en clasificación y cartografía de tierras está todo por hacer, pero podemos suponer que sea posible desglosar unas pocas provincias climáticas, las que sin duda han de tener relaciones con los suelos que en ellas se originan.

Es claro que las zonas geográficas delimitadas en el país (Giuffra 1935) pueden influir suficientemente como para hacer factible la clasificación de nuestro clima en dos o tres zonas climáticas —que en primer examen surgen como posibles—, y que podrían ser: la zona atlántica, la central y la litoral; integradas respectivamente, la primera con las llanuras atlánticas y la plenillanura platense; la segunda con la región de colinas y sierras, la ondulada central y el antiplano de Haedo, y la tercera con la plenillanura litoral.

Es natural que esta suposición debe ser confirmada con un seric estudio de los datos climatológicos de que se pueda disponer.

De poderse efectuar esa u otra delimitación, tendría una influencia grande en la clasificación de tierras en el país, dado que quizá puedan diferenciarse distintas tendencias en la génesis de los suelos de las diferentes zonas climáticas.

En términos generales, la influencia del clima en esta parte del continente tiende a la formación de suelos de pradera, lo que significa que nos encontramos en la zona de transición donde la calcificación cede el paso al proceso de podsolización.

El clima es excesivamente húmedo para permitir la acumulación del carbonato de calcio en el perfil, pero no lo es suficientemente para que el lixiviado sea tan intenso como para que se haga aparente el clásico horizonte A2 de los podsoles.

El otro factor trascendental en la génesis del suelo y que en el Uruguay debe tener un lugar preminente es el material madre.

No es posible desconocer la notable relación existente entre el sustrato geológico y la calidad de los suelos originados. Aznárez en 1946 ha puesto de relieve esta relación, al estudiar extensamente los suelos originados sobre las areniscas cretácicas, las areniscas de Tacuarembó, las capas de Fray Bentos y las rocas efusivas de Serra Geral.

Sin embargo no debe creerse que el problema del conocimiento de las tierras del País se resuelve consultando el mapa geológico.

Es evidente que existe una estrecha relación entre el suelo y el material que le dió origen, pero la clasificación de uno y otro se hace en muy distinta forma: en efecto, las capas geológicas se individualizan por su edad, interesa más saber la era a que pertenece que los elementos petrográficos que las constituyen. Para la edafología, tiene mucha mayor trascendencia la constitución petrográfica del material, que su edad geológica, ya que similares materiales de distintas formaciones pueden dar, en idénticas condiciones, suelos iguales, mientras que diferentes materiales de la misma formación, darán tierras de muy distinta composición.

Por lo expuesto, es que se hace indispensable realizar un trabajo de correlación entre los materiales geológicos y los suelos originados.

Al citar el trabajo realizado por nuestro distinguido colega Ing. Aznárez, se han mencionado las formaciones por él estudiadas y si se analizan las mencionadas formaciones se verá que están constituídas por materias homogéneas, lo que sin duda facilita esa relación, entre formación geológica y suelo.

No podemos olvidar, sin embargo, que otras formaciones están constituídas por materiales muy diversos, los que en consecuencia han de generar muy diferentes suelos.

Asimismo, dentro de las formaciones aludidas cuya constancia de composición es notoria, al intervenir otros factores, en especial el topográfico, se pueden observar dentro de ellas, diferencias que justifican plenamente la separación de varios tipos de suelos provenientes del mismo material.

El relieve o topografía del terreno es el factor que en nuestro país sigue en importancia a los ya mencionados, permitiendo una clara diferenciación de la influencia ejercida por las diversas características que se suelen presentar.

Es así como una topografía llana, al permitir una mayor infiltración de las aguas pluviales y en consecuencia una intensificación del proceso de lixiviación del perfil, permite una mayor diferenciación de los horizontes que lo constituyen.

Por otra parte, la reducción del escurrimiento que acompaña a esa topografía, contribuye a que la profundidad del perfil sea mayor, comparativamente, a la de suelos ubicados en otras condiciones.

La edad del suelo considerado es otro factor que interviene especialmente en la clasificación de tierras.

Los distintos caracteres de los suelos varían en función de la edad. Todos responden en su tendencia general a una curva, generalmente parabólica, cuyo máximo puede encontrarse en diversos lugares de la coordenada correspondiente a la edad. Así el contenido en N puede llegar a su máximo dentro de la primera centuria de evolución; el lavado del carbonato alcanza su mínimo contenido en lapsos no mayores de 300 años, mientras que el horizonte B de un podzol puede no haber llegado a su mayor desarrollo en un término de 5.000 años.

A pesar de lo expuesto, en la clasificación y valorización de tierras el factor edad es de gran importancia, puesto que permite establecer el concepto de familias de suelos, que da una idea muy útil de su respectivo valor económico, ya que la fertilidad varía en general en forma inversamente proporcional con la edad; los suelos más nuevos son generalmente los más fértiles, sin que esto pueda tomarse en forma generalizada, puesto que en casos de suelos "crudos" en donde aquellos pueden confundirse con el material geo-

lógico, evidentemente no reza la afirmación anterior.

En cambio, los suelos de aluvión son el término más joven y a la vez el más fértil de la familia que pueden constituir.

Por último, el factor biológico, como factor genésico, en nuestro país tiene escasa importancia, debido a que la mayor parte de la superficie está cubierta por praderas; sólo un porcentaje muy escaso queda influído por la presencia de montes naturales. Es esta la única variación a esperar en este factor de formación.

No debe, sin embargo, interpretarse que la escasa importancia que posee el factor biológico en nuestro suelo como variable independiente, le quita trascendencia como característica importante de las tierras.

Hemos hecho una rápida incursión en el campo de los factores que inciden en la génesis y evolución de los suelos.

La clasificación de ellos es la lógica consecuencia de su estudio y permite un conocimiento integral de sus características y su productividad.

A similitud de los trabajos realizados tan meritoriamente por el Instituto Geológico del Uruguay, creando la carta geológica del país, se impone la realización de la clasificación y cartografía de los suelos nacionales. Existe ya una base, constituída por el Servicio de Clasificación y Conservación de Suelos de la Dirección de Agronomía, una de cuyas misiones es precisamente el estudio y clasificación de nuestros suelos, pero que lamentablemente por material falta de recursos, ha visto circunscripta su acción a la primera etapa de tan interesante labor, es decir, a la observación ocular de las características y relaciones más sobresalientes.

Es de esperar que a corto plazo los Poderes Públicos comprendan la importancia de tales Servicios y doten al mencionado organismo en la forma que corresponde.

Tercera Conferencia

El precioso activo que encierran nuestros ríos y arroyos



Ing. Víctor B. Soudriers

Profesor "Ad Honorem" de la Facultad de Ingeniería.
Director de Estudios Hidroeléctricos de la U. T. E.

Las aguas que corren por nuestros ríos, llevan consigo inmensos valores productivos, los que son utilizados hasta nuestros días en mínima parte y tan sólo para contadas finalidades.

Abandonadas las aguas a su libre escurrimiento, se pierden en forma permanente valores que son indispensables para el sostenimiento de la vida y progreso del país, causando por otro lado y, simultáneamente, daños y destrozos en los suelos, tales como las erosiones y los arrastres en masa, de la cubierta fértil del terreno, o el estancamiento en insalubres bañados, todo lo cual conduce a la completa esterilización de vastas extensiones de tierra. Muchas de esas aguas libres, al infiltrarse a través de los suelos más o menos permeables, saturan espesos estratos de formación aluvial y crean así voluminosas napas subterráneas de posible e inmediata puesta en valor.

Desde época inmemorial, las aguas de uso público tenían codificada la prioridad de su destino, en primer término al alimento e higiene de los pueblos, luego a la agricultura (riego) y por último otros usos, fuerza motriz, navegación, etc. Aun en la época actual, nuestro Código Rural, artículo 546, da como orden de prelación el siguiente: 1º) Abastecimiento a las poblaciones; 2º) Abastecimiento a los ferrocarriles; 3º) Riego; 4º) Canales navegables; 5º) Molinos, Fábricas (para su utilización, como fuerza-motriz); 6º Estanques, Piscicultura. Pero si a las exigencias sanitarias o sociales de las poblaciones modernas, agregamos la actividad agraria e industrial intensificada que el mundo presente impone, observaremos que las virtudes energéticas que aquellas aguas fluviales encierran son las únicas que pueden responder a todos los aspectos de su utilización; al extremo de que, entre nosotros o para nuestro país, debe encararse la utilización de aquellas aguas tan sólo por su capacidad de producir energía, dado que únicamente mediante la obtención de dicha energía, serán accesibles, multiplicadas y aseguradas todas las demás utilizaciones beneficiosas de que son capaces, así como combatidos los efectos perjudiciales que le son inherentes.

La obra de utilización de un curso natural de agua, exige en primer término la regularización de su caudal mediante obras de captación o embalse asociada a una solución determinativa de la magnitud de la obra, que arroja el costo específico mínimo, sea para la obtención de agua puramente o para la de la energía contenida en ella.

Del análisis comparativo hecho entre la magnitud de las obras necesarias para cada una de estas dos soluciones, se desprende: que en nuestro país, por su característica topográfica y climática, la solución planteada para la obtención de energía, es siempre de mayor magnitud y comprende todas las demás. A su vez, cuando se contemple la utilización total de un curso de agua, como veremos más adelante, los embalses serán menos numerosos, con las consecuentes ventajas en la navegación y menores extensiones de tierras inundadas.

Es así, que analizando el embalse proyectado para el río Queguay bajo los dos aspectos mencionados de obtener agua para riego o para fuerza - motriz, resultó para el primero un embalse menor y el agua 25 % más cara que para el segundo, ofreciendo para ambos casos la misma seguridad de no faltar agua en ninguna época, inclusive la repetición de las mayores sequías conocidas.

Las soluciones óptimas para obtener energía hidroeléctrica no permiten por nuestra topografía y ambiente climático una utilización mayor que el 60 % del valor total del escurrimiento hídrico, lo cual importa para una obra cualquiera, admitida una precipitación media anual de 1.000 milímetros y un escurrimiento de 35 por ciento, utilizar más de 0.60 de 0.35 de 1.000 mm. = 210 mm. de precipitación. El 40 % restante del escurrimiento, igual a 140 mm. va distribuído en 20 %, o sea, 70 mm. en pérdidas por descargas de vertedero que podrá recuperarse en las demás represas a construirse aguas arriba o abajo

de la que analizamos; el resto de 70 mm. va subdividido en evaporación y filtración en el embalse.

Para el caudal restante representado por la evaporación, actividad vegetativa y filtración en el suelo, cuyo valor es de 1.000 de precipitación — 350 de escurrimiento = 650 mm. de altura pluviométrica, es difícil determinar su parcial destino dada la variedad de factores que influyen en su estimación, pero aun admitiendo una distribución por igual no influirá en las conclusiones de este análisis.

En términos generales de la precipitación media anual de 1.000 mm, 350 escurren sobre el suelo y podemos captar para obtener energía el 30 %. De los 650 restantes, una parte se evapora o es empleada en fijación vegetativa y la otra se infiltra en el suelo y lentamente escurre subterránea.

Si por otro lado los cultivos requieren de 400 a 1.000 mm. por hectárea y se necesita para elaborar los industrializables otra cantidad igual (1 kilogramo de azúcar requiere 1.000 litros de agua para su elaboración), fuera de las ineludibles exigencias de la vida humana, sobre todo de los centros urbanos, resulta evidente la continua repetición de los fenómenos de sequía, los cuales se intensificarán en forma acelerada con el aumentar de la población y las actividades que la acompañan.

¿Cómo prevenir esta situación que avanza?...

Nuestra precipitación media es invariable, continuará siempre siendo 1.000 mm. por año y no está en nuestro poder el aumentarla, pero podemos seguir el ejemplo de aquellos países en que las industrias y la densidad de población aumentaron desmesuradamente, evitando repetir sus errores y orientando desde ya las obras de captación y contralor de nuestros ríos, de acuerdo con las soluciones definitivas a que ellos arribaron.

Tomemos como ejemplo típico el Ruhr, zona extensamente poblada e industrializada de Alemania, aunque lejos aún nosotros de la pavorosa población de aquella región (2 ½ millones de habitantes en 1.000 Km.^{2}). Durante el desarrollo de esa región se presentaron allá graves problemas por déficit de agua, contando con la misma altura pluviométrica nuestra. Infaliblemente, se nos presentarán aquí los mismos problemas y urge desde ya orientarnos sobre aquella experiencia a la mejor solución frente a los errores y éxitos allá registrados.

Desde los albores de la industria siderúrgica de aquella cuenca hullera comenzó a sentirse la falta de agua y su captación por pequeños embalses fué de inmediato adoptada, como comenzamos a hacerlo hoy aquí para fines de riego.

La intensificación en la construcción de estos pequeños embalses de 0,4 a 12 hectómetros cúbicos de capacidad, alcanzó a un ritmo de 7 embalses en cinco años en que se observó, como era lógico, que el costo específico del agua resultaba mucho más elevado en los pequeños embalses que en los grandes embalses, optándose en adelante por obras mayores que fueron del orden de 22 a 134 hectómetros cúbicos de capacidad, las que ofrecían, además de agua a mucho menor costo, valiosa energía de picos a utilizar en la región industrial. Nótese que se trata de una región hullera y en consecuencia el problema de la energía era secundario, en tanto en nuestro país el problema de la energía es fundamental.

Dado el déficit continuo del agua y la imposibilidad de elevar los niveles por la extensa colonización desarrollada en las tierras circundantes, así como la de realizar nuevas obras en la región, se optó por una solución, entonces considerada original, la de utilizar el tramo inferior del río Ruhr precisamente el situado en la zona más poblada y activa, construyendo ocho embalses en serie continua, que reteniendo las aguas, redujeron a la quinta parte su velocidad media, reduciendo, en consecuencia, la erosión.

Dicha acción retentiva fué asociada a la apertura de pozos y zanjas filtrantes laterales, que penetrando a través de la formación aluvial de gravas y arenas del río permitió extraer las aguas necesarias por medio de bombeo, que luego de utilizadas y groseramente depuradas eran devueltas a los embalses en que por su gran superficie libre (11,4 Km.^{2}) eran oxidadas y completamente depuradas.

Este proceso permitió utilizar las aguas del Ruhr dos a tres veces y por este medio se consiguió suministrar a aquella región industrial 630 hectómetros cúbicos de agua en la gran sequía de 1929, en que se consumió en aquella región más de la sexta

parte de agua del total de toda Alemania.

Ahora bien, en nuestro país, (aparte del Río Negro) parece iniciarse la regularización de nuestros recursos hidráulicos con pequeñas obras de embalse para riego; el resultado de esto será el encarecimiento del agua que para todo uso exigirá el futuro, imposibilidad de obtener energía eléctrica económica, mayor extensión de tierra a inundar, todo lo cual significa ingentes capitales a destruir mañana.

No es éste un grito de alarma, pero sí una indicación de la indispensable necesidad de orientar desde ya la utilización hidráulica de nuestros ríos hacia el aprovechamiento energético integral, pues ante una demanda intensiva de agua por la población, tan sólo por la energía producida por aquellos 280 milímetros de nuestra precipitación media, podemos extraer y disponer 300 mm. o más que permanecen retenidos en lento escurrimiento debajo del suelo y su uso multiplicado hasta ignoradas posibilidades.

Planteada así la ventaja de determinar la magnitud de las obras de aprovechamiento de un río por su capacidad productiva de energía, pasemos a considerar su grado de utilización, factor económico de trascendencia sobre el cual se basa toda posibilidad de realización.

Siendo casi la totalidad de los costos anuales de explotación de este género de obras públicas constante y proporcional al capital invertido, cuanto mayor sea la utilización anual que de ella se haga menor será el costo unitario de su producto, sea éste el kilowat-hora, la hectárea irrigada, la hectárea saneada, las toneladas fluvialmente transportadas, etc., y de aquí la importancia del grado o factor de utilización.

La agricultura es actividad de voluminoso consumo de agua en cierto período de su desarrollo. En nuestro país no es necesario el riego todos los años ni todos los meses de cada año, y tampoco todos los días del período vegetativo, ocurriendo años en que el agua habría más bien que extraerla del suelo, todo lo cual conduce por sí solo a un bajo factor de utilización.

En una investigación hecha sobre lluvias acontecidas en un período de 60 años en Montevideo y sus efectos sobre un cultivo (maíz) que exigiera para su proceso vegetativo 5.000 mts.^{3} de agua por hectárea y por cultivo, admitiendo una falta absoluta de acción retentiva y reguladora del suelo, el balance entre las precipitaciones y las exigencias vegetativas sumadas, arrojó un déficit medio de agua que hubiera habido de suplirse artificialmente de 1.750 mts.^{3} por hectárea, lo que importaría un factor de utilización para una obra de control hidráulico, destinada exclusivamente a aquel riego de $\frac{1.750}{5.000} = 35\ \%$, es decir, que la obra capacitada para suministrar 5.000 mts.^{3} por hectárea concebida para asegurar la producción agronómica en un año de máxima sequía no se habría utilizado más que un promedio de 35 % de su capacidad.

Pero si consideramos además que el laboreo profundo concede al suelo gran capacidad retentiva, la exigencia de riego sería aun menor y aquel valor medio de 35 % se reduciría tal vez a la mitad, lo que significaría reducir la utilización media anual a 18 %. La interpretación de esto es que el costo de las obras de captación, canales, etc., que se hicieran con exclusivos fines de riego, aumentaría en relación a la unidad de área servida o al costo unitario del agua consumida como 100/18, o sea 5 veces mayor de lo previsto como capacidad máxima a servir.

De consiguiente, si una obra de este género (embalse de un río para abastecer riego) proyectada para garantizar un suministro de 5.000 mts.^{3} por hectárea costará $ 24.00 la hectárea como gasto fijo por año, el costo real del agua utilizada resultará en realidad la enormidad de $ 120.00 por hectárea o su equivalente $ 27.00 los 1.000 metros cúbicos.

Por otro lado, si consideramos las posibilidades que nos ofrece la utilización de nuestros ríos, no bajo el simple propósito de obtener agua para riego, sino energía para todo uso inclusive el riego, observaremos, en primer lugar, que los factores de utilización anual, en la mayoría de las centrales de energía que sirven a centros urbanos, son superiores al 30 %, en segundo lugar puede mejorarse este factor de utilización suministrando agua para riego debido a los más elevados rendimientos de los equipos modernos de bombeo, que han pasado de 45 % a más de 70 %, tomándola de la descarga de la usina hidroeléctrica unas veces, otras siguiendo el procedimiento del Ruhr, o de las distintas fuentes inagotables existentes en el país, incluso las aguas subterráneas que abundan en nuestro subsuelo.

Agregaremos la inminente electrificación de nuestros medios de transporte, ferrocarriles y autobuses, que constituyen cargas nada despreciables, así como las perspectivas de la electrificación rural en todo el territorio, como se realiza actualmente en todos los Estados del orbe, índice de esfuerzo productivo y progresista, todo lo cual llevará a nuestras usinas hidroeléctricas futuras a funcionar aun con mayores factores de utilización, con la consecuente rebaja en el costo de la corriente.

No puedo sustraerme en adelantar los progresos recientes obtenidos por medio de la bomba térmica basados en el bajo costo de la energía hidroeléctrica; dispositivo que será un poderoso propulsor de nuestras industrias y que permite extraer calor del agua de cualquier río, arroyo o laguna, entre temperatura 2 grados a 15 grados C° o más, sin necesidad de combustible alguno toda vez que el precio de un kilowat-hora sea igual o inferior al de un kilogramo de carbón mineral.

En la actualidad el costo del kilowat-hora se fija 3 centésimos y el combustible, carbón, cuesta más de 4 centésimos el kilogramo: de consiguiente, hemos entrado en la era de instalar, como en Suiza, las diferentes industrias basadas en el tratamiento por evaporación de materias primas tales como la leche, jugos de frutas, secadoras del papel, lavaderos, salineras, extractos de carne, etc.

Lo anteriormente mencionado bastará para demostrar que la explotación de nuestros cursos de agua basada en la obtención de energía, alcanzará con toda seguridad a factores de utilización del orden de 70 y 80 % frente al máximo de 18 % que puede obtenerse en las obras de irrigación, lo que importa una mayor garantía económica y financiera para su realización. De consiguiente, en adelante toda tentativa de utilización de nuestras aguas superficiales, debe estudiarse y proyectarse con el propósito básico de obtener energía, aun cuando fuera inicialmente su finalidad suministrar agua para riego, desde que la energía demuestra ser hoy el único elemento físico capaz de responder a todos los requisitos necesarios para un aumento de producción, mejoramiento social y por su elevado factor de utilización, una garantía para su fácil financiación.

CONCLUSIONES

Con la energía obtenida en las aguas de nuestros ríos y arroyos racionalmente desarrollada obtendremos:

1) La posibilidad de extender una red de transmisión de energía sobre todo el país, permitiendo por su interconección, el mínimo complemento de fuente extraña de energía, así como distribuirla con las mismas características y tarifas para todo el territorio.

2) El caudal de agua necesario para irrigar cualquier extensión de tierra, así como la necesaria para abastecer a cualquier industria.

3) El suministro de agua potable para cualquier centro urbano y la depuración o destino de las servidas.

4) Evitar la inversión errónea o perjudicial de capitales para obras destinadas a obtención de agua puramente para riego.

5) La navegabilidad de los mayores ríos por la creación de la cadena de embalses que constituyen su utilización integral.

6) Navegabilidad que se efectuará en aguas profundas sin resistencias mayores desde que a una utilización integral, corresponderá una reducción en la velocidad de las aguas a una quinta parte.

7) Reducción de la velocidad de las aguas, lo que implica la eliminación de los efectos erosivos del suelo en todo su cauce.

8) La continua reducción en el costo de la energía a medida que aumenta la generación por vía hidráulica como se manifiesta en todo el mundo.

9) La electrificación de las vías de transporte, ferrocarriles, tranvías, autobuses y automóviles.

10) El suministro de Luz, Calor, Frío, fuerza-motriz para múltiples tareas e higiene en el hogar campesino.

11) Ahorro de combustibles extrayendo el calor contenido en las aguas superficiales, ríos, lagunas o pozos, para aplicarlo en diversas industrias que lo emplearían a bajas temperaturas; así como para calefacción de edificios públicos.

12) La producción del más rico de los fertilizantes, "Nitrato Amoniacal, que permitirá sin más, aumentar en fuerte proporción el rendimiento de la producción agrícola en general.

Dada la magnífica red fluvial que posee el país, será siempre posible establecer un plan de obras de hidroelectrificación a desarrollarse paso a paso, precursor de la demanda de energía, sin incurrir en obligaciones nuevas para la Nación, desde que el rendimiento de estas obras está hoy probado, entre nosotros, sobrepasa lo esperado.

Cuarta Conferencia

Aspecto geo-químico de la acción de las aguas en las rocas



Quím. Farm. María T. de Arce de Speroni
Geoquímico de la Intendencia de Montevideo

En otras oportunidades hemos tratado el agua como agente necesario para la vida y considerado diferentes fases de sus actividades. Hemos señalado también nuestras investigaciones acerca de la Hidrología del país refiriéndonos a los estudios sobre Geohidrodrología pura y aplicada, y a la relación entre la hidrología subterránea y la resistencia de los campos a la sequía, investigaciones que estamos tratando de ampliar en el presente.

Pero en esta conversación de hoy, el tema que desarrollaremos está íntimamente ligado a la actividad del agua como agente geológico.

Desde este punto de vista consideraremos el agua en su influencia sobre la dinamia de las rocas como el AGENTE DESTRUCTOR número 1 y el AGENTE CONSTRUCTOR número 1.

Tomaremos en cuenta para la observación de los fenómenos que produce sobre la corteza terrestre, los efectos químicos de su acción, recordando solamente que ellos se ejercen al mismo tiempo que los mecánicos, con los que se complementan.

Así por ejemplo, la disolución de parte del material de una roca ,deja el resto en condiciones de ser mucho más fácilmente destruído por agentes mecánicos y a la inversa, la reducción de un mineral a partes más pequeñas permite que la actividad química se acreciente sobre ellas.

La importancia del ciclo hidrológico, que, como sabemos, consiste en la evaporación del agua del mar, su elevación en la atmósfera, su precipitación como lluvia o nieve y su llegada al mar nuevamente a través de ríos, arroyos o como agua subterránea, no es solamente aplicable a la vida en la tierra, sino también a su efecto como modificador de la mayoría de los materiales que la forman. Cada una de las fases de este ciclo influye en las profundas alteraciones que continuamente se producen sobre suelos y rocas, determinando la producción de compuestos nuevos y contribuyendo de manera eficaz a la evolución de las formaciones geológicas.

Por solidificación de magmas en estado de fusión, se originaron las primeras rocas, que fueron resultado de combinaciones entre los elementos que en ellos existían, pero posteriormente estas combinaciones se encontraron en equilibrio inestable con respecto al medio que las rodeaba y, naturalmente, sufrieron transformaciones más o menos intensas.

Son ocho los elementos que forman la mayoría de los minerales cristalinos y que constituyen las rocas más abundantes: oxígeno, silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, potasio y sodio. Se pueden agregar a éstos, ocho elementos más, que aunque en menor proporción que los anteriores, son también parte integrante de esas rocas: carbono, azufre, hidrógeno, cloro, fósforo, flúor, manganeso y bario. Son en total **16** elementos que forman el **99 %** de la corteza terrestre y todos los demás que conocemos, entre ellos oro, plata, cobre, zinc, mercurio, etc., etc., sólo forman el **UNO %** restante.

El más abundante es el oxígeno, que constituye el 50 % de la costra del globo; le sigue el silicio, el cual no se encuentra libre en la naturaleza, sino formando óxidos y silicatos. Los silicatos son compuestos relativamente estables pero que tienden a pasar a otras formas más estables llegándose hasta el mineral más simple de esta serie, el anhidrido silícico, comúnmente conocido como sílice, que predomina en las rocas sedimentarias. En estas transformaciones y en otras que citaremos, el agua siempre desempeña un importante papel. En efecto, el agua y la sílice al combinarse originan una serie de ácidos silícicos (que no se encuentran al estado libre, pero sí sus sales), de los cuales el primero es el ortosilícico. De la condensación de varias moléculas de éste, con pérdida de agua, resultan los demás ácidos silícicos de donde proceden todos los silicatos cristalinos conocidos.

La sílice es insoluble en el agua, pero forma con ella soluciones coloidales, propiedad que hace posible el acarreo de mucha sílice a través de los terrenos y su deposición entre las partículas que los forman.

En la superficie, el agua pura y más aún cargada de anhidrido carbónico, actúa como elemento de gran potencia sobre los sistemas químicos que forman los minerales y rocas, disolviendo, hidratando, oxidando, reduciendo, hasta destruírlos a veces completamente.

Luego, cargada de sales en solución, los

deposita entre los materiales existentes, consolidándolos y dando lugar a la formación de nuevas rocas.

En condiciones favorables, se convierte en agente de metamorfismo capaz de producir transformaciones totales en contacto con las rocas y finalmente, su presencia en los magmas en fusión determina la formación de minerales de acuerdo a las diferentes reacciones químicas que puedan producirse en su seno.

I

Para dar una idea más o menos clara del importante papel que el agua desempeña en el intenso trabajo de destrucción y reconstrucción, vamos a seguir las sugestiones de Van Hise y Clarke en lo referente a las zonas en las que se realizan esos diferentes procesos geoquímicos y a la clasificación de las rocas resultantes tratando de expresar estos complejos fenómenos en una forma lo suficientemente sencilla como para poder mencionar los más importantes en el pequeño espacio de tiempo que disponemos, y trataremos de clasificar las formaciones geológicas de nuestro país estudiadas en los Boletines del Instituto Geológico, de acuerdo a los procesos geoquímicos que les han dado origen.

CLASIFICACION DE LA CORTEZA TERRESTRE SEGUN VAN HISE:

ZONA DE DESGASTE ...... (la más superficial)	1	**Destrucción completa** de los complejos silicatos. Silicatos pasan a carbonatos.
ZONA DE CEMENTACION ..	2	Redeposición del material destruído
ZONA DE METAMORFISMO	3	**Transformación completa** Carbonatos pasan a silicatos.
ZONA DE LOS MAGMAS ..	4	Eutécticos Material en estado de fusión.

No es posible pensar que las zonas estén delimitadas en la forma concluyente en que aquí las representamos. En la naturaleza se entremezclan; así por ejemplo una roca en estado de fusión perteneciente a la zona 4 puede salir a la superficie atravesando las otras capas o puede elevarse solamente hasta cierto punto y allí solidificar. O también parte de la zona 1 hundirse hasta alcanzar grandes profundidades donde se originarán en ella fenómenos correspondientes a las nuevas condiciones de presión y temperatura en que se encontrará, etc.

1. — ZONA DE DESGASTE.

Sobre el nivel del agua subterránea — Presión normal, Temperatura normal, Porosidad grande.

Los silicatos complejos se destruyen
silicatos + HOH + CO^2 = carbonatos.
silicatos + HOH + O^2 = óxidos.
el material restante se hidrata.

Ca, Mg, Na, K — pasan a solución

SiO^2, FeO^3, Al^2O^3 — pasan a solución coloidal

Se fija el CO^2, con liberación de sílice.
Aumenta el volumen de los nuevos compuestos por fijación de HOH, CO^2, O^2.

Esta zona de desgaste es la región de la porosidad y las fracturas. Está sometida a intensa erosión en la que la acción mecánica y química del agua se complementan. Aquí el agua de lluvia cargada de CO^2 y O^2 se infiltra y percola hacia abajo. Este proceso tiene un intenso efecto sobre las complejas rocas antiguas, silicatos, que son en parte, destruídos. El agua actúa como un intenso agente químico disolviendo las partes solubles de las rocas e hidratando el material insoluble. La parte no alterada puede reducirse a partículas más o menos grandes y ser arrastrada mecánicamente. El agua carbonata y oxida liberando sílice. Esta destrucción de las rocas con formación de nuevos compuestos tiene como resultado la generación de las rocas sedimentarias tales como arcillas, barros, arenas, etc. Los elementos menos atacados son en primer término las micas potásicas, luego los feldespatos a partir de la ortosa, luego siguen en resistencia las plagioclasas. Más fácilmente destruídos son los piroxenos y anfíboles y por último nefelita, leucita y olivino.

Las rocas, al ser atacadas, pierden el material soluble pero aumentan en oxígeno, anhidrido carbónico y agua. De esta manera la corteza terrestre va fijando con lentitud pero inexorablemente el CO^2. En épocas geológicas remotas el aire se encontraba recargado de CO^2, siendo la temperatura atmosférica muy alta, su posición era relativamente estable con relación a los silicatos. Posteriormente variaron las condiciones de equilibrio del sistema al disminuir la temperatura ya que la relación CO^2 + silicatos va aumentando su inestabilidad hasta llegar a la temperatura actual del globo terrestre, lo que trae por consecuencia el pasaje a carbonatos + sílice. Esto explica cómo la sílice de los silicatos complejos es desplazada de las rocas antiguas quedando en libertad en cantidad cada vez mayor en las rocas sedimentarias. Así, en los procesos destructivos se fija el CO^2 como carbonato desapareciendo del estado libre. Parte de la sílice es disuelta coloidalmente en el agua, efecto que aumenta por la presencia en ella de los bicarbonatos alcalinos originándose un poderosísimo agente cementador.

De los elementos solubles, el calcio es disuelto por el agua en presencia del CO^2 y luego precipitado a la temperatura ordinaria bajo la forma de calcita y a temperaturas elevadas como aragonito, el cual, a su vez, tiende a pasar a su forma más estable de calcita. El calcio es consumido en cantidad por los organismos y su acumulación en grandes masas origina las calizas.

El Mg. permanece en su mayor parte como silicato de magnesio, que es muy estable y resiste la acción combinada del agua + CO^2, lo que permite su formación en las condiciones actuales.

Las soluciones potásicas son fijadas nuevamente por el suelo y son utilizadas para la vida vegetal.

El sodio disuelto en el agua es arrastrado al mar. Precipita combinado con el otro ión abundante en el agua de mar: el cloro, y produce los depósitos de sal gema. Estos, encerrados en capas de terrenos más o menos profundos, pueden ser redisueltos por las aguas dando lugar a napas acuíferas saladas.

1. — ZONA DE DESGASTE.

otros agentes destructores: materia orgánica.

Especies más resistentes:

mica potásica
ortoclasa
plagioclasas
piroxenos y anfíboles
olivino
leucita
nefelita.

Resultantes:

cuarzo .... { arenas, gravillas, etc.

hidróxidos, silicatos { caolin, arcillas, barros

Sedimentos marinos:
depósitos salinos
restos orgánicos
fangos.

En esta zona se llega a la desintegración total de la roca, la cual pasa a productos de alteración finales como arcillas, hidróxidos, cuarzo. Las arcillas y los hidróxidos forman los barros. Los granos de cuarzo más o menos divididos constituyen las gravillas y arenas. Los restantes elementos de las rocas que no han sido alterados pero sí desmenuzados, se mezclan con los productos de descomposición para dar los terrenos detríticos. El granito, por ejemplo, da cuarzo, caolín, escamas de mica y trozos no atacados.

1. — ZONA DE DESGASTE.

Principales formaciones geológicas del Uruguay originadas en esta zona.

aluviones modernos
arenas, dunas, médanos.

Transgresión querandina.. { arcillas yesíferas de Bellaco / bancos de conchillas / depósitos fangosos.

Post pampeano { conchillas terrestres / mantos de guijarros

Pampeano { lacustre / sub aéreo } { arcilla y arena / loess - cenizas volcánicas / concreciones calcáreas.

Capas de Fray Bentos: sub aéreo { limo parcialmente cementado / cuarzo / loess - cenizas volcánicas } { 49 % de CO^3Ca / SiO^2 escasa

Los aluviones, los médanos, dunas, son los terrenos más recientes. Le sigue la Formación Querandina, restos de un mar que al evaporarse dejó arcillas, yeso, etc. Los aluviones fueron depositados por los ríos cuaternarios.

El post pampeano es de condiciones muy variables, generalmente está muy poco cementado y puede presentarse cargado de guijarros o de arenas que contienen mucho hidróxido de hierro.

El pampeano es también de diferentes aspectos que dependen casi siempre de su origen, lo que determina la proporción de la relación arcilla - arena ya sean depósitos dejados por las aguas fluviales o sub aéreos y mezclados con loess, cenizas volcánicas o nódulos de carbonato de calcio resultantes de la precipitación de esta sal, al modificarse las condiciones de equilibrio en su solución acuosa, dentro mismo de los terrenos donde se deposita.

Las capas de Fray Bentos constituyen la formación geológica en nuestro país que tiene mayor fertilidad, debida a la cantidad de carbonato de cal alta, la baja proporción de sílice y los elementos minerales trazas, que le suministran las cenizas volcánicas que contiene. Esos terrenos son compactos y de un fuerte color rojizo de aspecto característico. En el Parque Lecocq, pueden verse hermosas barrancas donde aparecen en la parte superior la formación pampeana y debajo, las capas de Fray Bentos.

Estas son las principales formaciones geológicas del Uruguay que han tenido origen en la **zona de desgaste**, o sea aquella donde los fenómenos de transformación de las rocas más antiguas se produjo en regiones superficiales, ya sean aéreas o subaéreas.

I I

2. — ZONA DE CEMENTACION.

región del agua subterránea (percola libremente) { presión mayor. / temperatura mayor. / porosidad menor.

restos de rocas ligadas por cementos precipitados

de arenas: areniscas
de arcillas y barros: pizarras
de carbonato de cal: calizas

Esta es la región del agua subterránea propiamente dicha, donde puede circular libremente de acuerdo al material que atraviesa.

La presión y la temperatura aumentan con la profundidad, ambas ayudan a la cementación de los elementos resultantes de la destrucción de las rocas dando lugar a la formación de nuevos terrenos.

Los espacios entre las rocas, llenos del agua circulante, son más fácilmente atacados en sus partes solubles y de esta manera las soluciones se concentran para luego precipitar cuando encuentran condiciones favorables y depositarse entre las partículas existentes ligándolas; tales son los procesos de formación de las areniscas y calizas.

El agua que se mueve en esta zona obedece a causas físicas bien conocidas y es el principal agente generador de los cementos necesarios para unir el material disgregado. Coadyuvan con ella, la presión y la temperatura.

Los principales cementadores disueltos en el agua son los siguientes: sílice, carbonato de calcio, hidróxidos de hierro y aluminio, sales de bario ,sulfato de calcio, etc.

2. — ZONA DE CEMENTACION.

materiales de cementación:

- Sílice
- carbonato de cal
- hidróxidos de Fe y Al
- sulfato de calcio
- sales de bario
- arcilla
- sustancias bituminosas, etc.

areniscas resultantes:

- arcillosas
- silícicas
- carbonatadas
- férricas
- etc., etc.

pizarras { resultan por deshidratación de { arcillas, barros, hidróxidos

calizas { resultan por precip. CO^3Ca, organismos acumulados { calcita, aragonito

el CO^3Ca resulta de { la descomposición de rocas igneas + agua + CO^2, esqueletos de organismos.

La arena, cementada por algunos de los cementos antes citados, origina las areniscas, cuyas características dependen de la cantidad y condición de los elementos que entran a formarla; así una arenisca puede ser silícica cuando entra en su composición la sílice como agente ligante, pero puede contener muchas otras sustancias como impurezas, o puede ser férrica o carbonatada, etc.

Los barros y arcillas, por pérdida de agua y en condiciones especiales que favorezcan la estratificación, pasan a pizarras, las que también pueden ser arcillosas o férricas, etc., de acuerdo con los materiales que entran en su formación.

Las calizas pueden ser originadas por precipitación de soluciones de carbonato de cal en el agua o proceder de la acumulación de restos orgánicos, esqueletos, donde el principal componente es también el carbonato de cal. Su forma más estable es la calcita; todo el aragonito, que es la sal precipitada a temperatura mayor que la ordinaria, pasa lentamente a calcita. Esta es la razón por la cual en la naturaleza se encuentra tanta calcita y poco aragonito por pasaje de la forma más inestable a la más estable. La dolomita es la caliza magnésica, la relación calciomagnesio es de 1 a 1.

2. — ZONA DE CEMENTACION.

Principales formaciones geológicas del Uruguay originadas en esta zona.

areniscas de Salto		más o menos consolidadas maderas silicificadas
calizas de Queguay		origen lacustre parte silicificadas
areniscas	de Palacio	- muy ferrificadas
	de Mercedes	- con dinosaurios
	de Guichón	- con cemento arcilloso.
areniscas de Tacuarembó.		arenas de clima disértico posteriormente cementadas

Las areniscas de Salto son, a veces, muy flojas y poco cementadas, pero en general forman masas muy duras, conocidas con el nombre de "piedra adoquín" por lo que es usada para pavimento.

Las calizas del Queguay, de origen lacustre, están en parte muy silicificadas.

Del grupo de areniscas cretácicas citamos las de Palacio, porque han sufrido un intenso fenómeno de ferrificación especialmente en las capas superiores, lo que permite suponer que estos depósitos se deben a precipitación de sales férricas arrastradas por las aguas.

Las areniscas de Tacuarembó son de posible origen eólico y luego cementadas y están formadas por granos silícicos bien redondeados cubiertos de una delgada capa de pigmento férrico.

En este grupo de formaciones geológicas procedentes de la zona de cementación, citamos únicamente éstas, por ser las que dan lugar a horizontes importantes.

III

3. — ZONA DE METAMORFISMO.

Debajo del agua subterránea .	presión muy alta temperatura muy alta porosidad casi nula
fenómenos químicos inversos a los de zonas anteriores	reducción deshidratación agua de constitución.
mucha agua proveniente de ..	deshidratación. enterrada con sedimentos. de origen magmático.

Fenómenos químicos producidos con disminución de volumen.

Esta región es la designada en el primer cuadro con el número 3. En ella la presión aumenta tan considerablemente que la porosidad desaparece favoreciendo el contacto entre las partículas que forman los terrenos. La temperatura es cada vez mayor y se calcula que a 10 kilómetros de profundidad llega al punto crítico del agua (200 atmósferas de presión y 360º de temperatura).

Los fenómenos químicos en esta zona son inversos a los que ocurren en las 1 y 2, zonas de desgaste y cementación.

En las nuevas condiciones de temperatura y presión se intensifica el papel que el agua desempeña, desapareciendo totalmente la forma circulante y debiéndose su presencia a distintas causas, tales como deshidratación de materiales hidratados, a destrucción de la materia orgánica que se transforma en carbono, nitrógeno y agua; o puede haber sido enterrada con sedimentos o también ser de origen magmático.

Esta agua en estado libre se vuelve cada vez más activa a medida que la temperatura

y presión aumentan y en su permanete contacto con las partículas los fenómenos de reducción y disolución son mayores; así por ejemplo, favorece la recristalización de la sílice dando origen a las cuarcitas, o ataca los carbonatos con liberación de anhidrido carbónico produciendo nuevos silicatos tales como la Wollastonita (considerada como termómetro geológico porque se produce a los 1.180 grados).

3. — ZONA DE METAMORFISMO.

Silicatos simples pasan a complejos

Silicatos simples pasan a micas

Carbonatos pasan a silicatos

Feldespatos pasan a micas

Olivino - Piroxeno - anfíbol pasan a serpentina y talco.

Pizarras pasan a esquistos

Calizas pasan a mármoles

Rocas ígneas y sedimentarias pasan a gneis

Piroxenos pasan a anfíboles

Ferromagnésicos pasan a cloritas.

Las pizarras pasan a esquistos originándose nuevos silicatos como la kyamita que, a su vez, pasa a mica dando lugar a los mica-esquistos.

Los mármoles son rocas metamórficas que se producen por cristalización del carbonato de cal y que generalmente contienen en su masa impurezas que le dan aspecto veteado. El mármol de Carrara es blanco porque contiene cuarzo cristalizado; las vetas rojizas son casi siempre hematites, el negro contiene grafito, etc.

3. — ZONA DE METAMORFISMO.

mármoles resultan de

cristalización de calizas

veteados con:
- cuarzo
- grafito
- hidróxidos de hierro y aluminio
- hematites
- coridon
- magnetita
- óxidos de Al: zafiros - rubíes.
- piroxenos / anfíboles — serpentinizados (verde antiguo)

El pasaje de feldespatos a mica es un fenómeno importante de metamorfismo: la ortoclasa (feldespato potásico, el menos atacado en los procesos ocurridos en la zona de desgaste) por efecto del agua, se transforma en sericita, variedad de la muscovita, resultando además silicato de potasio y sílice. Si el agua está cargada de anhidrido carbónico, en lugar de silicato de K aparece carbonato de potasio.

3. — ZONA DE METAMORFISMO.

micas: kyamita + esquistos = mica-esquistos

feldespatos:

ortosa, albita + k } sericita

$3 KAlSi^3O^8 + HOH = KH^2Al^3Si^3O^{12} + K^2 Si O^3 + 5 SiO^2$

ortoclasa + agua = sericita + silicato K + sílice

$3 KAlSi^3O^8 + HOH + CO^2 = KH^2Al^3Si^3O^{12} + CO^3 K^2 + 6SiO^2$

ortoclasa + agua + anhid.carb. = sericita + Carb.pot. + sílice

cuarcitas { areniscas + sílice; areniscas + micas; areniscas + feldespatos, etc.

3. — ZONA DE METAMORFISMO.

pizarras metamórficas de { pizarras, arcillas, hidróxidos } menos agua

Talco de { anfíboles, piroxenos

enstatita + agua + CO² = talco + carbonato de magnesio

$4SiO^3Mg + HOH + CO^2 = Mg^3H^2Si^4O^{12} + MgCO^3$

tremolita + agua + CO² = talco + carbonato de calcio

$Mg^3CaSi^4O^{12} + HOH + CO^2 = Mg^3H^2Si^4O^{12} + CaCO^3$

Las principales formaciones geológicas metamórficas en nuestro país están representadas por la Serie de Minas del Uruguay donde aparecen depósitos talcosos importantes hoy en explotación, así como hermosos mármoles que pueden verse en el Palacio Legislativo y en otras construcciones, donde se observan variadísimas coloraciones.

3. — ZONA DE METAMORFISMO.

Serie de Minas

cuarcitas { ferruginosas, manganosas

esquistos { cuarzosos, calcáreos

esquistos { talcosos

mármoles { bandas hasta de 500 metros

VI

ZONA DE LOS MAGMAS

No vamos a entrar a considerar la formación de minerales a partir de los magmas porque sería imposible hacerlo en el espacio de tiempo disponible, de manera que simplemente indicaremos algunas de las principales rocas cristalizadas en profundidad o plutónicas y también de las enfriadas en superficie o eruptivas:

4. — ZONA DE LOS MAGMAS.

rocas cristalinas { plutónicas / eruptivas } con cuarzo

granitos — plutónicas — estructura granulosa riolitas — eruptivas — estructura vítrea	cuarzo feldespatos mica
sienitas — plutónicas — análogas a granitos traquitas — eruptivas — análogas a riolitas	poco cuarzo
dioritas — plutónicas andesitas — eruptivas	plagioclasas y ferromagnésicos

4. — ZONA DE LOS MAGMAS.

rocas cristalinas { plutónicas / eruptivas } sin cuarzo

nefelíticas (con exceso de Na en el magma	plutónicas eruptivas	feldespatos y feldespatoides
leucitas	eruptivas	(originadas sin agua)
analcitas (zeolíticas).	plutónicas	(con agua en un magma nefelítico)

4. — ZONA DE LOS MAGMAS.

Basaltos	son lavas - variaciones de andesita con piroxeno, olivino y magnetita
Diabasas	intermediarias.
Gabbros	son equivalentes granitoides de basaltos y diabasas
Rocas ferromagnésicas ..	piroxenos anfíboles olivino
Rocas básicas totalmente	corindon magnetita

Las rocas ígneas, ya sean plutónicas o eruptivas, provienen de un magma en fusión. Cuanto más sílice hay en éste, el número de compuestos formados es menor. A medida que la sílice disminuye, aumenta la complejidad de la roca.

Las rocas ígneas más simples son la sílice o cuarzo y los óxidos básicos como corindon y magnetita.

Las riolitas son de igual composición que los granitos, pero de origen eruptivo. Lo mismo ocurre con sienitas y traquitas y las series análogas de dioritas y andesitas. La diferencia aparece en la estructura que es vítrea en la eruptivas y granulosa en las plutónicas.

En las rocas plutónicas silícicas predominan la ortoclasa y microlina (que se encuentran también en las eruptivas). En rocas

menos silícicas como gabbros y basaltos aumenta la proporción de plagioclasas hasta llegar a las menos silícicas donde predomina la anortita.

La presencia del agua en el magma determina la formación de distintos minerales que se producirán de acuerdo a una serie de relaciones entre los elementos que lo forman y que no nos es posible entrar a considerar. Solamente citamos estos fenómenos prosiguiendo en nuestra indicación acerca de la influencia del agua en la mayoría de los más importantes procesos geoquímicos.

4. — ZONA DE LOS MAGMAS.

Principales formaciones geológicas del Uruguay originadas en esta zona.

(Rocas eruptivas)

Rocas efusivas de Serra Geral	lavas basálticas de origen andesítico y que ocupan 800.000 Km.^{2}
Serie de Aiguá	rocas de naturaleza riolítica.
Efusivas de la Serie de Minas	rocas eruptivas básicas.

4. — ZONA DE LOS MAGMAS.

(Rocas plutónicas)

Granitos y sienitas intrusivas:
posteriores a la Serie de Aiguá.

Granitos y sienitas de la serie sódica:
de Pan de Azúcar.

Rocas intrusivas de la Serie de Minas:
granitos alcalinos biotíticos que atraviesan los gneises y granitos antiguos.

Granitos antiguos del complejo arcaico.

Hemos presentado, en rápida reseña, los más importantes aspectos de la influencia del agua sobre las rocas, a través de la que se puede observar su íntima relación con los principales procesos geoquímicos y demostrado que la denominación de AGENTE DESTRUCTOR Nº 1 y AGENTE CONSTRUCTOR Nº 1 es realmente apropiada al maravilloso papel que ella desempeña en la lenta y continua evolución de la corteza terrestre.

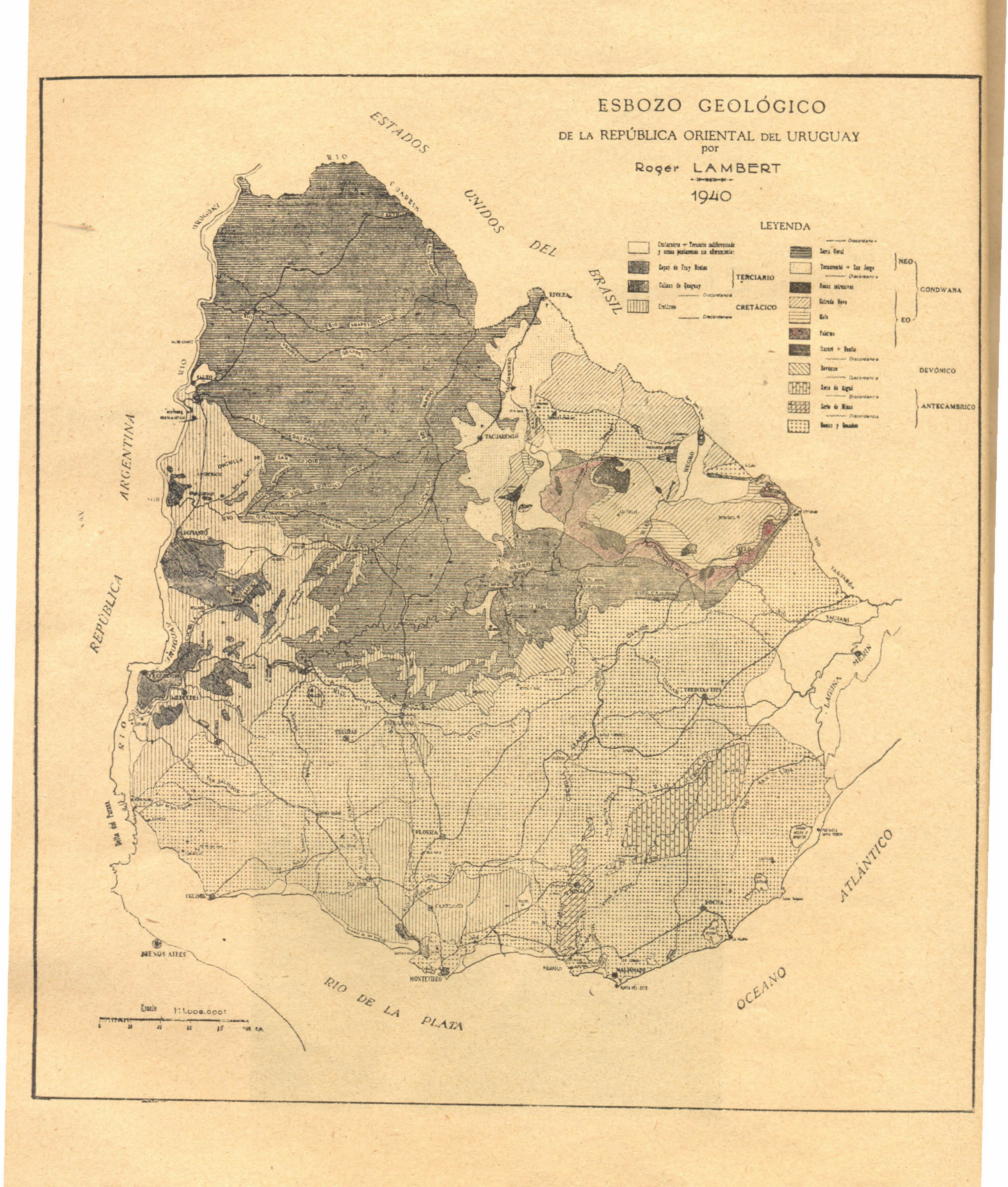
Quinta Conferencia

El manto vegetal



Ing. Gustavo Spangenberg

Profesor de la Facultad de Agronomía, Asesor Técnico de la Comisión N. de Mejoramiento Forrajero.



ESBOZO GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
por
Roger LAMBERT
1940
LEYENDA
Capas de Fray Bentos
Calizas de Queguay
TERCIARIO
Discordancia
CRETÁCICO
Discordancia
Serra Geral
Rocas intrusivas
Estrada Nova
Melo
Palermo
NEO
EO
GONDWANA
DEVÓNICO
Serie de Minas
ANTECÁMBRICO
ESTADOS UNIDOS DEL BRASIL
REPÚBLICA ARGENTINA
RIO DE LA PLATA
OCEANO ATLÁNTICO
RIO URUGUAY
RIO NEGRO
RIVERA
TACUAREMBO
SALTO
PAYSANDÚ
MERCEDES
FLORIDA
TREINTA Y TRES
CANELONES
COLONIA
MONTEVIDEO
MINAS
MALDONADO
ROCHA
BUENOS AIRES
LAGUNA MERIN
Escala 1:1.000.000

Señoras y Señores:

Respondiendo a una honrosa invitación del Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas abordaré el tema del epígrafe en relación a nuestro país, el Uruguay, estableciendo los nexos existentes con los tópicos desarrollados por distinguidos conferencistas en esta trascendental Semana Geográfica, dado la importancia fundamental y palpitante actualidad que inviste la materia elegida: El suelo del Uruguay. Comenzaremos por definir:

1) El Tipo de Vegetación del Uruguay.

Es el de "estepa" en un 80 - 85 % aproximadamente de su área, como resultado de las condiciones climáticas, especialmente de su régimen pluviométrico. Las formaciones fitogeográficas integrales pueden dividirse en dos grandes grupos:

1º Tipo de vegetación principal o climático:
La estepa o pampa.

2º Tipo de vegetación local o edáfico:

I. Por disponer de mayor cantidad de agua:
   a) vegetación de "Monte" que margina cañadas, arroyos y ríos.
   b) vegetación de "Sierra" en las inmediaciones de bloques rocosos etc.

II. Por haber un mayor contenido de humedad en las capas superiores del suelo:
   a) vegetación boscosa de palmas o "Palmares".
   b) vegetación de "Bañado".

III. Por escasez de agua:
   a) vegetación de las dunas o arenales.

2) El manto vegetal y nuestra principal industria.

Siendo el principal tipo de nuestra vegetación la "estepa" o "pampa", cubriendo unos 14:000.000 (catorce millones) de hectáreas con praderas naturales pobladas de gramíneas, leguminosas, etc., que según las condiciones ecológicas pueden acusar un alto valor forrajero, es natural que la ganadería se haya erigido en nuestra principal industria. Pero ese manto vegetal —que constituye la riqueza básica del Uruguay— según las características de los distintos suelos (tierras) tiene también diferente valor, que no sólo se trasunta en **una variación de la composición pratense** sino también en el **valor alimenticio de la misma especie** según el terreno en que vegete. De ahí surge la necesidad de establecer las zonas con pasturas ricas o pobres para tener un concepto cabal sobre el valor del patrimonio que la naturaleza nos ha brindado. Para delimitar esas zonas de pasturas con diverso valor, es menester conocer el grado de fertilidad de las tierras que las sustentan y ésta a su vez (la fertilidad) está influenciada directa o indirectamente por la formación geológica subyaciente, es decir, las rocas que por su disgregación han dado origen al suelo, como también por el relieve topográfico del terreno.

El manto vegetal ,en este caso el tapiz de gramíneas, leguminosas y otros vegetales, que cubre casi todo nuestro territorio, queda en consecuencia, supeditado en su valor nutritivo a un buen contenido húmico y mineral de la tierra, y a una profundidad, estructura y textura conveniente de la misma. Tal relación se deduce inspeccionando el cuadro que se inserta, que pone bien de relieve la interdependencia existente entre el monto de la producción de pasto y las características de la tierra que lo ha producido.

	Pasto verde	Pasto seco	Lluvia	Por 1.000 gramos de tierra seca:					
	En quintales por Hect. (1)	En quintales por Hect.	en mm.	pH actual	pH potencial	Humus	Arena gruesa	Calcáreo (CaCO3)	Ac. fosfórico (P205)
Lavalleja (Otegui)	491. q.	72.6 q.	1032.	4.75	4.75	93.4 gr.	211.1 gr.	14.30 gr.	7.12 gr.
Lavalleja (Unzaga)	294. q.	78.3 q.	1032.	5.50	4.90	91.1 gr.	152.6 gr.	14.49 gr.	2.61 gr.
Rocha (Don Carlos. Campo Alto)	244. q.	85.7 q.	948.8	4.75	4.75	79.5 gr.	215.9 gr.	4.08 gr.	1.18 gr.
Soriano (Cololó)	234.3 q.	76. q.	1115.	6.—	5.60	66. gr.	284.8 gr.	15.98 gr.	1.26 gr.
Rocha (Don Carlos. Campo bajo)	150.1 q.	54.2 q.	948.8	7.—	6.—	42.3 gr.	336.8 gr.	10.60 gr.	0.61 gr.
Salto (Itapebí. - Tierras prev. arenosas)	137.8 q.	56.6 q.	1189.	6.1	5.1	46.2 gr.	659.4 gr.	6.19 gr.	0.58 gr.
Paysandú (Queguay)	134.3 q.	54.6 q.	1042.6	5.8	5.5	57. gr.	478.8 gr.	12.65 gr.	1.69 gr.
Salto (Itapebí. - Tierras prev. arcillosas)	130.3 q.	62.4 q.	1189.	6.1	5.25	67.1 gr.	268.4 gr.	12.58 gr.	0.91 gr.
Rocha (Cebollatí. C. bajo)	126.5 q.	32.9 q.	1140.	7.—	6.—	62.6 gr.	288.6 gr.	8.01 gr.	1.12 gr.
Rivera (Batoví)	117.9 q.	43.8 q.	1318.	5.6	4.6	19.2 gr.	838.5 gr.	0.85 gr.	0.22 gr.
Río Negro (Est. Bellaco) . .	95.6 q.	40. q.	1299.5	6.6	6.1	64.9 gr.	440.2 gr.	16.02 gr.	0.42 gr.
Florida (Isla Mala)	93.3 q.	40.8 q.	715.2	5.8	5.3	46.7 gr.	307.8 gr.	9.73 gr.	0.71 gr.
Flores (Pº de la Cadena)	99. q.	35.3 q.	961.	5.1	5.1	43.7 gr.	425.1 gr.	6.04 gr.	0.67 gr.
Flores (Idem)	75.1 q.	33.7 q.	961.	5.9	5.75	61.1 gr.	356.5 gr.	13.18 gr.	0.74 gr.
Durazno (Molles)	81.6 q.	26. q.	947.7	5.6	5.5	38.1 gr.	581.3 gr.	7.42 gr.	0.67 gr.
Durazno (Idem)	81.4 q.	30.9 q.	947.7	5.75	5.5	56.6 gr.	269.1 gr.	14.47 gr.	0.81 gr.
Cerro Largo (Río Branco)	78.6 q.	27.5 q.	880.2	5.5	5.—	31.8 gr.	419. gr.	2.87 gr.	0.21 gr.
Treinta y Tres	72.7 q.	27.5 q.	1026.5	5.7	4.9	39.9 gr.	471.1 gr.	3.54 gr.	0.36 gr.
Paysandú (P. Coloradas)	62.3 q.	28.4 q.	1067.	6.25	5.—	21.8 gr.	821.3 gr.	2.03 gr.	0.23 gr.
Rocha (Cebollatí. C. alto)	58.5 q.	22.8 q.	1140.	6.25	5.50	26.3 gr.	449.1 gr.	3.59 gr.	0.36 gr.
Colonia (Cerros de San Juan)	57.8 q.	24.8 q.	980.8	5.50	5.50	34.3 gr.	656. gr.	4.90 gr.	0.61 gr.

(1) No se han incluído en el cuadro las observaciones correspondientes a Artigas y Tacuarembó por haber sido falseados los rendimientos de algunos períodos, como consecuencia de los estragos hechos por la langosta.

En efecto, de la inspección del mismo se infiere —y lo confirman los coeficientes de correlación determinados por el cálculo estadístico— que el humus (materia orgánica de la tierra), calcáreo y fosfórico han originado el aumento de rendimientos de la pastura. La arena gruesa se ha revelado como un factor negativo. La lluvia —dentro de los dos años de observaciones considerados— ha surtido efecto positivo en lo que al monto de la producción comparativa concierne, siempre que se haya considerado como condición previa la paridad de contenidos húmicos en el suelo. A continuación insertamos los coeficientes respectivos.

Factores de Vegetación	Coeficientes de Correlación
Humus - Rendimiento de pasturas:	0.6222 (más del 99 % de seguridad)
Fosfórico - Idem	0.5242 (más del 98 % de seguridad)
Calcáreo - Idem	0.4314 (más del 95 % de seguridad)
Arena gruesa - Idem	—0.5067 (más del 98 % de seguridad)
Lluvia - Id. (a constancia de humus)	0.5100 (más del 95 % de seguridad)
Lluvia - Rendimiento de pasturas:	0.1149 sin significado.

Pero no es sólo la **cantidad** de pasto la que nos interesa, sino también su **calidad**. A este respecto las tierras más gordas —como puede verse en el cuadro que sigue— han tenido no solamente las mejores gramíneas, sino los mayores porcentajes de leguminosas.

Localidad	Vegetación
Valle Fuentes (Lavalleja) ..	Rye grass criollo, (Lolium multiflorum) cebadilla (Bromus unioloides), Avena silvestre (Avena sterilis), Pasto miel (Paspalum dilatatum), Alfilerillo (Erodium cicutarium), Trébol manchado y de carretilla (Medicago arabica y Medicago denticulata 20 %), etc.
Cololó (Soriano)	Vegetación similar a la precedente.
Don Carlos (Rocha) .... (Campo alto)	Gramilla brava (Cynodon dactylon) 95 %.
Don Carlos (Rocha) .... (Campo bajo)	Pasto o gramilla chata (Stenotaphrum americanum), Pasto miel (Paspalum dilatatum), Plumerillo (Andropogon saccharoides), Espartillos (Stipas, Aristidas, Piptochaetium), Leguminosas como Adesmia bicolor y Trifolium polimorphum (20 %), etc.
Batoví (Rivera)	Gramíneas tiernas 40 - 50 % y gramíneas gruesas o duras 30 - 40 %. No hay leguminosas.
Río Branco (Cerro Largo) ..	Gramíneas tiernas 20 - 50 %, y gramíneas gruesas o duras 40 - 70 %. Sin leguminosas.
Piedras Coloradas (Paysandú)	Gramíneas tiernas 60 - 70 %, y gramíneas gruesas o duras 20 - 30 %. Pocas leguminosas.

Tal relación se ha trasuntado en una composición bromatológica mucho más eficiente del pasto, sintetizada en los siguientes coeficientes de correlación que ponen bien de manifiesto una interdependencia estricta entre la fertilidad del suelo y el valor nutritivo de los pastos.

Factores Relacionados	Coeficientes de Correlación
Proteína total del pasto - Humus del suelo	0.6164 (más del 99 % de seguridad)
Calcáreo del pasto - Calcáreo del suelo ..	0.6821 (más del 99 % de seguridad)
Fosfórico del pasto - Fosfórico del suelo .	0.8778 (más del 99 % de seguridad)

De lo que se infiere que las tierras más fértiles (más gordas) no sólo han producido la mayor cantidad de pasto sino también la mejor calidad, es decir, el forraje más sustancioso (rico en proteína y materia mineral) para obtener buenos y rápidos engordes, alta producción de leche o lana, etc.

Lo que significa que no se puede cambiar el manto vegetal si no se modifica primeramente el substrato (suelo) respectivo. Es lo que ha acontecido al pretender difundir la semilla de trébol (trébol de carretilla o trébol manchado) en campos pobres en calcio y fosfórico y con una estructura del suelo inconveniente (escasez de humus). Tales ensayos fracasaron en su totalidad. Hay que tener en cuenta que la clase de pasto (especies que vegetan) como la sustanciosidad del mismo, depende de la fertilidad de la tierra y ésta, a su vez, de las rocas que le han dado origen y de su situación topográfica. Mismo el lego puede observar la diferencia que existe entre una pastura de campo bajo y fértil, poblado de gramillas tiernas y leguminosas como consecuencia de haberse enriquecido con el limo y humus que las aguas han arrastrado de las partes más altas, en relación con un campo de ladera o de cuchilla donde las lluvias han lavado y erosionado las tierras, privándolas parcial y a veces totalmente de la capa superior del suelo vegetal que es la de mayor feracidad. Desde luego hay también campos altos y planos o casi planos, donde se ha formado y mantenido una buena capa de tierra por carecer, en tales casos, de agresividad los fenómenos erosivos. Y por lo contrario, existen campos bajos que carecen de fertilidad por causas que analizaremos más adelante.

3) Las mejores gramíneas y leguminosas de nuestras praderas naturales.

No entraremos a un estudio agrostológico del tema que estaría fuera de lugar en una conferencia de carácter general ni tampoco nos referiremos a muchos pastos buenos que por ser vivaces y vegetar en condiciones ecológicas propicias tienen más o menos asegurada su perpetuidad, pero sí haremos mención de aquellos que por su alto valor bromatológico y factibilidad de difusión, pueden emplearse con éxito como mejoradores de pastoreo. Cabe citar a este respecto dos gramíneas indígenas: la cola de zorro o rye grass criollo y la cebadilla, que ya desde hace decenios algunos prácticos, guiados por una observación inteligente, utilizaron con resultados plenamente satisfactorios para tal finalidad, aumentando en forma notable la producción de la pastura en el período invernal.

El rye grass criollo o Lolium brasilianum que se reproduce en la foto tiene un crecimiento cespitoso con tallos erectos de unos 0.60 a 0.80 m. de altura. En el país es anual pero se torna a veces perenne cuando las condiciones de suelo y año son muy favorables. Fructifica bien, produciendo semillas que germinan satisfactoriamente. Observa floración primaveral, vegetando desde fines de verano hasta fines de primavera, proporcionando abundante pasto en el invierno. Los rastreos de fines de febrero y marzo en campos donde haya semillado tanto la cola de zorro como la cebadilla repercuten en un aumento notable del rendimiento de pasto desde fines de otoño hasta ya entrada la primavera.

La "cola de zorro" se caracteriza por tener una espiga larga con espiguillas aristadas y a veces múticas. Las hojas tienen la particularidad de ser brillantes en la cara inferior y opacas en la superior. Como mejorador de las pasturas se distribuye a razón de 20 a 30 kilos por hectárea previo rastreo en febrero o marzo.

La cebadilla (Bromus unioloides (H. B. K.) Kunth o Bromus catharticus Vahl). — Afecta en nuestro territorio carácter anual. Florece en primavera y otoño. Cuando las condiciones le son propicias (tierra fértil y año favorable) se torna perenne. Vegeta también de fines de verano a fines de primavera, produciendo en el primer período de su crecimiento abundante cantidad de macollos. Tolera como la anterior bien el pastoreo, y el pasto tierno que proporciona es muy apetecido por el ganado. Semilla bien y la semilla acusa generalmente una buena facultad germinativa. Tiene el inconveniente —que se ha observado con cierta frecuencia en algunas zonas del país— del "carbón", es decir, un hongo que ataca sus inflorescencias. El tratamiento fungicida de la semilla ha dado resultados satisfactorios.

La cepa tiene entre 0.50 y 0.90 m. de altura, según el grado de fertilidad del suelo. Cultivada llega a alcanzar hasta 1.30 m.

Para mejorar la calidad y producción de los pastoreos se distribuye en febrero y pr. de marzo a razón de 30 a 40 kilos por hectárea.

Otra gramínea que es exótica y ha cobrado actualidad en nuestro medio es el **alfarín o pasto romano (Phalaris minor, Retz).** Tiene la ventaja —lo mismo que la cola de zo-

rro— de resistir bastante bien al "pulgón verde" que varios años ha producido estragos en nuestros avenales avaluados en cifras millonarias. Puede utilizarse también como mejoradora del pastoreo, sembrándola a razón de 10 a 15 kilos por hectárea antes de mediados de marzo y prescindiendo en principio —y por lo general— de su uso en la parte noroeste del país con clima más continental y, en consecuencia, más crudo en el invierno, lo que afecta la vitalidad de esta gramínea, disminuyendo su resistencia hacia los parásitos y malográndose en inviernos muy fríos, que felizmente constituyen una excepción. Acusa el mismo ciclo vegetativo que las precitadas, siendo anual.

En cuanto a leguminosas empleadas o a utilizarse como mejoradoras de los pastoreos, cabe citar: los tréboles de carretilla (subespontáneos) y el trébol subterráneo (exótico). Los primeros suelen distribuirse a fines de febrero y marzo —previo rastreo— en tierras propicias (ricas en humus, fósforo y calcio) a razón de 20 kilos por hectárea y el trébol subterráneo también en igual cantidad y época, pero reservándole siempre las tierras buenas.

Cabe mencionar entre esta familia dos leguminosas indígenas de alto valor nutritivo y frecuentes en los buenos pastoreos, siempre que pueda procurarse semilla en la pastura natural. Hago referencia a la **Adesmia bicolor (Poir)** conocida vulgarmente con el nombre de "babosita" por tener la particularidad de provocar abundante ptialismo al ser ingerida. Es una planta indígena, perenne, de crecimiento rastrero, estolonífera y provista de una raíz profunda. Florece en primavera (noviembre-diciembre) y otoño (marzo-abril). En verano e invierno desaparece prácticamente la parte aérea de la planta en los potreros, retoñando con vigor en las estaciones propicias. Prefiere las praderas algo bajas. Ha dado nombradía a muchas buenas praderas del Este por suministrar un excelente forraje, apetecido por toda clase de ganado pero especialmente por el lanar. Tapiza como dominante considerables extensiones de campo si las condiciones de ambiente le son favorables, por ejemplo, la región del Bañado La Maravilla, departamento de Rocha.

Otra especie de "babosita" frecuente en pastoreos aunque constituídos por tierras menos frescas y fértiles que la requerida por la especie precitada, es la **Adesmia punctata, D. C. Amer. austra.** Se diferencia a simple vista de la anterior por tener sus tallos con setos amarillos. Es, por tal motivo, menos apetecida, pero también pacida y bien aprovechada por el lanar. Lo mismo que la anterior es indígena, perenne y estolonífera, teniendo igualmente una raíz fuerte y profunda, acusando igual ciclo vegetativo.

Como excelente pasto de la buena estación mencionaremos al pasto miel (también denominado pata de gallina; pasto de cuaresma). Se conoce científicamente con el nombre de **Paspalum dilatatum, Poir.** Es indígena y perenne, siendo frecuente también en el sur del Brasil y República Argentina (formación mesopotámica y pampeana). Por su condición de pasto tierno y de buen valor nutritivo ha sido importada en Australia y Norte América. En este último país se comporta bien hasta cerca de la isoterma 15,5°. Viene mejor en suelos de carácter arcilloso con suficiente humus, algo húmedos, pero tolera también tierras de mediana fertilidad a excepción de las de carácter francamente arenoso. Este pasto se presenta en matas con numerosas hojas y cañas con población foliar casi nula, de más o menos 1 metro de altura. La panoja está constituída por 3 a 10 o más espigas con pelos.

La semilla tiene, por lo general, mala germinación [1]. Hay un alto porcentaje de semilla estéril, consiguiéndose mejorar la facultad germinativa de la semilla normal al someterla alternativamente a la acción de temperturas bajas y relativamente altas, imitando, en esa forma, las condiciones naturales que preceden su germinación. Esto explicaría, en parte, porque espontáneamente se propaga con facilidad en condiciones ecológicas propicias.

Es pasto de la buena estación (primavera, verano y principios de otoño). No vegeta en invierno.

Otro pasto de buena estación que se destaca por sus condiciones es el **Axonopus compressus (Swartz) Beauv.** conocido vulgarmente con el nombre de pasto alfombra. Es indígena, perenne y estolonífero, tapizando en medios ambientes adecuados, extensiones relativamente grandes de terreno. Prefiere suelos húmedos, de consistencia media y fértiles. En los Estados Unidos se conduce mejor en las regiones que acusan una temperatura más alta que la isoterma de 18.3 centígrados. Un comportamiento similar se

---

(1) Lo que induce a suponer la existencia de poliploides o híbridos interespecíficos estériles.

ha observado también en el Uruguay. En efecto, el pasto anterior (Paspalum dilatatum, pata de gallina) está extendido por todo el país puesto que recién sufre su vitalidad con isotermas inferiores a 15°5. En cambio, el pasto alfombra acusa notablemente mayor vitalidad en el noroeste del país, donde en condiciones edáficas propicias se torna agresivo en su difusión, invadiendo los patios de las estancias, etc.

Es una buena forrajera que tolera bien un intenso pastoreo, lo mismo que la precesora.

Hecha esta ligera descripción de algunos de los pastos que más se destacan en el Uruguay, cabe mencionar la excepcional importancia que tienen las dos gramíneas primeramente citadas como mejoradoras en cantidad y calidad de la producción pratense, dado que la pastura natural acusa desniveles acentuados en las diversas estaciones del año.

Estación	Rendimiento en % de la pastura
Primavera	31,1 %
Verano	14,6 "
Otoño	38,5 "
Invierno	15,8 "

Como también cuidar los buenos pastos de verano en las condiciones ambientales propicias que brindan —en parte—nuestros campos. Pero es menester tener presente que si bien previa modificación de las condiciones físicas del suelo con un pasaje previo de rastra o escarificador puede proporcionarse un ambiente relativamente adecuado a las gramíneas de invierno que actúen como factores mejorantes del pastoreo, no acontece lo mismo con las leguminosas. Estas, e igualmente los cardos, son mucho más exigentes en calcio especialmente, como se pone en evidencia en el cuadro que sigue:

Especie	Contenido en la planta Calcio	 Ac. fosfórico	 Proteína	 Humedad
	(Ca0)	(P205)		
Trébol de carretilla	0.38 gr. %	0.12 gr. %	3.22 %	80.98 %
Trébol manchado	0.30 gr. %	0.09 gr. %	3.06 %	81.58 %
Trébol blanco	0.33 gr. %	0.09 gr. %	2.37 %	81.83 %
Cardo de Castilla o Común	0.30 gr. %	0.07 gr. %	2.34 %	85.92 %
Cardo asnal	0.50 gr. %	0.10 gr. %	2.04 %	86.15 %
Cardo negro	0.70 gr. %	0.07 gr. %	1.99 %	82.68 %
Promedio de pastura natural (gramíneas)	0.08 gr. %	0.04 gr. %	1.19 %	81.19 %

Haciendo referencia a un pasto de gran calidad, la pata de gallina, se pone bien de relieve la variabilidad de su composición según el medio en que vegete, siempre que le brinde la humedad necesaria para su desarrollo y difusión.

Especie	Contenido de la planta en: Calcio	 Ac. Fosfórico	 Proteína	 Humedad
Pata de Gallina (Paspalum dilatatum)	(Ca0) 0.03 a 0.20 gr. %	(P205) 0.01 a 0.12 gr. %	1.19 a 2.60 gr. %	81.61 a 82.97 gr. %

Las difrencias acusadas sobrepasan el 500 por ciento para el calcio, 1.000 % para el fosfórico y 100 % para la proteína. Tal cosa no acontece con las leguminosas y los cardos. Estos no registran la amplitud de elasticidad fisiológica de las gramíneas. Son mucho más exigentes en ciertos elementos minerales, sobre todo en calcio, y acusan, por lo general, un tenor proteíco mucho más elevado. De ahí que los prácticos aprecien la bondad de los campos según el % de tréboles o cardos que sustenten.

4) Formaciones geológicas de la República en su relación con las tierras y el manto vegetal que las cubre.

En el mapa que se adjunta se exponen las distintas formaciones geológicas de nuestro territorio que guardan. en general, una relación bastante estricta con la calidad de la

vegetación esteparia, siempre que el relieve topográfico haya protegido el suelo de una acción intensa de los fenómenos erosivos. Los mejores campos están situados —en términos generales— sobre las Capas de Fray Bentos (del Cenozoico; Mioceno-Plioceno) y en parte sobre rocas volcánicas de Aiguá (Marmarajá, Valle Fuentes) pertenecientes al Proterozoico. Las capas de Fray Bentos tienen horizontes ricos en cenizas volcánicas; de ahí que muchos de los suelos en cuyo génesis han intervenido o influenciado, acusen contenidos relativamente altos de fósforo y calcio, y un buen grado de fertilidad. Lo mismo acontece con algunos de los suelos ubicados sobre la formación de rocas volcánicas de Aiguá (Valle Fuentes; Marmarajá) que son los que han arrojado los más altos contenidos de fosfórico de nuestras tierras. Estos campos (Capas de Fray Bentos) pertenecientes a las zonas de Cololó, Perico Flaco, Young, Rabón, Valdez, Queguay, Rincón del Pino, etc., como los de Valle Fuentes y Marmarajá (rocas volcánicas de Aiguá), gozan de justa nombradía en el ambiente rural por su alto grado de fertilidad. Pueden parangonarse a los mismos los situados sobre Gneiss con diques básicos (Diabasa) como ser, por ejemplo, el del arroyo Manzaneros (departamento de Lavalleja). En general, accidentes geológicos favorables o situaciones topográficas especiales (bajos fértiles enriquecidos por el limo arrastrado de las partes altas circundantes) pueden determinar en cualquier parte de nuestro territorio —dentro de pequeñas extensiones— un alto grado relativo de fertilidad de las tierras.

Los campos más pobres están situados, en general, sobre el Cuaternario (Antropozoico), Areniscas de Tacuarembó (Triásico superior, Neo - Gondwana - Mesozoico), Cretácico y Serie de Minas sin calizas. Zonas como Rincón de Ramírez, buena parte de los departamentos de Rivera y Tacuarembó, parte de Paysandú, Salto y Río Negro adolecen en sus pasturas de déficits acentuados de fósforo y calcio como también de elementos trazas. Tales deficiencias se observan en algunas zonas sobre el cretácico de Canelones, pero en el sur del país el manto de limo pampeano que cubre la roca ha atenuado las deficiencias del suelo proveniente por disgregación de la zona subyaciente, lo que no acontece en el norte del país donde la capa de limo pampeano por lo general es muy débil o no existe.

Esa pobreza fosfocálcica de tales campos determina en el ganado deficiencias óseas y enfermedades por carencia (osteomalacia, etc.), que vulgarmente conocen los paisanos con el nombre de "mal de paleta", "mal de cadera", lo que impide mover el ganado y en el caso de quebrarse huesos de la cadera (lo que acontece con cierta frecuencia por movimientos bruscos del ganado en mejor estado, más vivaz) en zonas de pasturas pobres, quedan echados en el campo comiendo el pasto en su derredor hasta morir por inanición. Un ejemplo de tal hecho se expone en la foto.

Las tierras sobre el zócalo cristalino (arcaico) constituído por granito, gneiss, micacitas, etc. y cubierto por el limo pampeano, son, en general, de fertilidad mediana con escaso fósforo y calcio pero sin acusar pobreza extrema en los mismos como en las formaciones precitadas. En los thalweg por depósitos aluviales mejora a veces notablemente el grado de fertilidad del suelo.

En lo que respecta a las rocas efusivas de Serra Geral pertenecientes al Neo-Gondwana (Rético - Liásico del Mesozoico) constituyen en el país el extremo meridional del extenso manto volcánico que cubre sin interrupción más de 800.000 kilómetros cuadrados en la cuenca del Paraná, ocupando la parte occidental de los departamentos de Rivera y Tacuarembó, casi la mitad del departamento de Durazno, algo más del de Paysandú, una pequeña fracción del departamento de Flores, la franja oriental del departamento de Río Negro y la casi totalidad de los departamentos de Salto y Artigas.

Para la Agronomía tiene importancia consignar que esta formación geológica lleva, por lo general, una débil cubierta de tierra vegetal, lo que expone a las pasturas a sufrir intensamente, mismo con sequías relativamente débiles, quedando los "campos en tierra" si aquellas se prolongan. Muy a menudo sostienen en vastas extensiones una maleza común de los potreros, la chirca o chilca (Eupatorium buniifolium) que si bien resta lugar a la pastura útil, la protege contra los soles abrasadores del verano y constituye también un abrigo para los procreos tempranos en inviernos crudos y prolongados (lo mismo que contra los fuertes soles estivales).

La formación de Serra Geral está representada por rocas microlíticas constituídas según los geólogos, esencialmente por plagioclasas (feldespatos ricos en calcio) y augita con o sin olivina. Donde la estructura roquense es por lo menos parcialmente, más favorable a su descomposición, como acontece en la zona del arroyo Cuaró (Artigas) y en algunas relativamente pequeñas extensiones diseminadas en el departamento de

Salto como también en los arroyos Salsipuedes (Río Negro - Tacuarembó) y arroyo Cardozo (Tacuarembó) dan origen a tierras ricas en calcio, con suficiente contenido en fosfórico, y en los bajos también con alto o suficiente tenor en humus.

El escaso espesor de tierra que cubre, por lo general, a esta formación geológica, ha tenido como consecuencia en la última intensa sequía (1942-43) de determinar en su mayor parte la pérdida de casi un millón de vacunos, siendo los departamentos más castigados los ubicados total o en gran parte sobre las "rocas efusivas de Serra Geral", como ser Artigas, Salto, Tacuarembó, Paysandú, Rivera, etc.

El Eo-Gondwana comprende los depósitos correspondientes a las Capas de Itararé, Bonito, Palermo y Estrada Nova. Los mejores campos de Cerro Largo están situados en parte sobre las Capas de Palermo y de Estrada Nova, como ser: valle del arroyo Chuy (Isla Zapata) esp. entre este arroyo y Sierra de los Ríos, cañada de los Burros; arroyo Berachí; arroyo Lechiguana y arroyo Fraile Muerto. En Rivera sobre capas de Therezina, como ser: Puntas de arroyo Hospital, etcétera.

5) Importancia de las aguas subterráneas y superficiales.

Pero no son sólo las formaciones geológicas subyacientes las que tienen importancia como factor que origina o influencia al suelo. Las aguas subterráneas o superficiales que en su recorrido pueden haber atravesado ciertos sedimentos que, como consecuencia de su composición y estructura han hecho posible la disolución de sales perjudiciales a la vegetación por su concentración o características, pueden determinar un cambio radical en el panorama pratense que nos es dado contemplar. En efecto, por lo general en los valles, en los bajos, se observa una pastura verde constituída por gramillas de alto valor nutritivo y en las partes que se aniegan por largos períodos, el pajonal y otras plantas que toleran un prolongado exceso de humedad, sustituyen al gramillar. Pero acontece también (aunque no es frecuente) que el suelo que margina ciertos arroyuelos —pese a disponer de suficiente humedad— no presenta vegetación alguna. Es decir, que precisamente las partes de campo que por lo común acusan un manto vegetal lujurioso, en este caso particular se muestran áridos, sin o con escaso tapiz vegetal que las cubra. Costras salitrosas afloran en los períodos de sequía, indicios de un alto grado de salinidad que torna perjudiciales las aguas subterráneas (napa freática) y superficiales.

Expondremos dos ejemplos de análisis de tierras referentes a ciertos campos en las inmediaciones de Flores y en la zona del Queguay (Paysandú) donde el cuadro expuesto anteriormente era bien evidente. En el primero de dichos campos —al revés de lo que acontece por lo general— la tierra de la cuchilla (campo alto) era fértil y en el bajo, pobre.

Procedencia	pH actual	pH potencial	Coloides	Arena gruesa	Humus	Calcáreo (CaCO3)	Fosfórico (P205)	Cloruros en NaCl.
Inmed. Flores (campo bajo)	8.	7.3	140	515 gr. o/oo	15.36 gr. o/oo	3.30 gr. o/oo	0.83 gr. o/oo	0.29 gr. o/oo
Inmed. Flores (campo alto)	5.8	5.2	133	315 gr. o/oo	45.73 gr. o/oo	10.83 gr. o/oo	1.14 gr. o/oo	0.17 gr. o/oo

La primera tierra es netamente alcalina, pobre en humus y calcáreo, en cambio las tierras normales de la cuchilla o ladera han acusado una reacción débilmente ácida, buen contenido húmico y un contenido de calcio normal para la mayoría de las tierras del país.

Como complemento de tales análisis, determinamos la dureza, alcalinidad y contenido de cloruros de dos muestras de agua procedentes de dos pozos de dicho campo con profundidades de 5 y 15 metros, respectivamente.

Pozo	Profundidad	Dureza (1) total	Dureza Permanente	Dureza temporal	Cloruros en Na.Cl	Alcalinidad en CaCO3
1	5 mts.	50º	32º	18º	178 mg. por l.	271 mg. por l.
2	15 mts.	40º	14º	26º	333 mg. por l.	592 mg. por l.

(1) Grados franceses.

Ambas son aguas de **gran dureza, impotables.**

Las eflorescencias del suelo estaban constituídas por carbonatos, sulfatos y cloruros de sodio y también por sales de magnesio. La concentración de esas sales perjudica o mata a la vegetación y el carbonato de sodio disuelve el humus originando el blanqueal. El pH de tales suelos es muy alcalino, puede llegar a más de 9, como lo pone de relieve el siguiente análisis efectuado en muestra de tierra con costra salitrosa.

Procedencia	pH actual	pH potencial	Coloides	Arena gruesa	Humus	Calcáreo (CaCO3)	Fosfórico (P205)	Cloruros en NaCl.
Inmed. Flores (tierra con costra salitrosa), bajo, blaqueal . .	9.2	8.2	345 gr. o|oo	398 gr. o|oo	13.78 gr. o|oo	41.87 gr. o|oo	0.97 gr. o|oo	4.19 gr. o|oo

El pH es muy alcalino, suelo pobre en Humus, como la tierra del blanqueal, pero más rico en calcio como consecuencia de las sales que eflorecían. Los cloruros determinados son suficientes para matar toda vegetación pratense.

Los pobladores del campo nos habían llamado la atención que los sauces plantados en campo relativamente alto, cerca de las casas, vegetaban bien al principio y después morían pese a ser regados y cuidados, lo que no acontecía con el eucaliptus. Este último es más resistente a una concentración salina de las aguas subterráneas y a un pH alcalino del suelo. En efecto, el sauce reclama 5 a 6 pH, sufre y sucumbe en suelos alcalinos. El eucaliptus tolera bien de 6 a 8.5 pH.

También hemos observado los "blanqueales" precitados de fuerte reacción alcalina, marginando cañadas (es decir, arroyuelos), que desembocan en el Uruguay (Depto. de Paysandú, zona del Queguay). Una muestra extraída de esos blanqueales ha arrojado la siguientes características:

pH	Coloides	Arena Gruesa	Humus	Calcáreo (CaCO3)	Fosfórico (P205)	Nitrógeno	Relación Carb.Nitróg.
8.2	212 gr. o|oo	663 gr. o|oo	5.63 gr. o|oo	3.98 gr. o|oo	0.52 gr. o|oo	0.69 gr. o|oo	4.7:1

Lo que revela una tierra muy pobre en humus con escaso calcáreo y una proporción inconveniente entre carbono y nitrógeno, desfavorable en absoluto para el proceso de la nitrificación. El pH es netamente alcalino. También en estos "blanqueales" se observan en los períodos de sequía, eflorescencias salitrosas.

En ambos casos se ha puesto de manifiesto el rol negativo del agua que irriga tales tierras (por suerte de relativa escasa extensión) que en vez de estimular la vida vegetal y determinar un desarrollo lujurioso, mata a la vegetación.

6) El fenómeno erosivo y la degradación de nuestro manto vegetal (pasturas).

Es un hecho de todos conocido que el valor forrajero de nuestra pastura se ha degradado, sobre todo en lo que respecta a cuchillas y laderas. Hemos traído nuevas y mejores corrientes de sangre para perfeccionar nuestros rodeos y majadas, esfuerzo que se contrarresta por mengua de la capacidad nutritiva, es decir, de sostenimiento de nuestros campos que se ha reducido con frecuencia, en un grado notable. La erosión ya no es sólo un fenómeno observado en las tierras

aradas, particularmente las labradas en sentido de la pendiente, que revelan un impresionante arrastre de la capa superficial, la más fértil de nuestro suelo, empobreciéndolo en un alto grado, lo que constituye —fuera de duda— el factor más serio que determina la disminución de nuestras cosechas. También se observa tal cuadro en nuestros campos de pastoreo. La estepa o pampa se degrada! Aquí es el pastoreo abusivo del lanar, el causante que el entramado vegetal que tapiza nuestros campos sea destruído, dado que la oveja come las especies que apetece hasta el cuello de la raíz, matando los pastos perennes. Quedan en muchos casos sólo las maciegas vivaces de pastos duros y entre ellos, la tierra más o menos desnuda con uno u otro yuyo de escaso o ningún valor forrajer y, desde luego, sin la defensa, sin la coraza de un tapiz vegetal denso que la proteja contra el efecto erosivo de las aguas. Así, nuestras laderas y muchas de nuestras cuchillas se van despojando con un ritmo más o menos acelerado de la capa más feraz de nuestro suelo. El subsuelo que asoma, con escaso humus y mucho más compacto, no permite un grado de infiltración de las aguas de lluvia como el suelo vegetal. Su consecuencia son las inundaciones de grandes proporciones, la pérdida de vertientes, pozos que se secan por bajar el nivel de las aguas subterráneas, etc. Llama verdaderamente la atención que los propietarios de los campos que tan celosos se muestran en prohibir —salvo en una pequeña proporción— la labranza de sus tierras, permitan el pastoreo abusivo de ovejas, que si bien con un ritmo menos intenso pero, en cambio, en mucho mayor extensión, determinan también la degradación de la pastura y su consecuencia el arrastre o sea pérdida de la capa superficial del suelo.

Mal manejo del suelo por una labranza irracional y pastoreo abusivo de ovejas, constituyen los dos agentes más poderosos que están arruinando nuestras tierras de labrantío y los suelos de nuestras pasturas naturales, exponiéndolos indefensos a los efectos erosivos de las aguas. Y ese proceso, dado el perfil ondulado de nuestro suelo, es natural que tenga un efecto destructor notable (cosa que no acontece en las grandes zonas de planicie que caracterizan a gran parte del territorio argentino). De nada vale utilizar semillas de pedigree de grandes rendimientos y rusticidad, pues esas conquistas, por desgracia, no contrarrestan el empobrecimiento acelerado del suelo. Tampoco incide a favor de nuestra economía el importar toros o carneros de gran sangre, si las novilladas y majadas, por degradación de la pastura natural, no rinden los pesos (kgs. de carne) y vellones que cabría esperar.

Se ha avaluado la pérdida anual por erosión en el país, en 300 millones de toneladas de tierras o sea una superficie de 100.000 hectáreas con 0.25 m. de profundidad, que las aguas de lluvia arrastran a cañadas, arroyos, ríos y finalmente al mar.

El efecto de este proceso ya se observa en el "manto vegetal" de la estepa o pampa. Los pastos tiernos de hojas anchas y jugosas, son paulatinamente sustituídos por una vegetación xerófila, es decir, por pastos duros con hojas angostas o filiformes, con el fin de atenuar los efectos de la evaporación, ya que el suelo degradado, erosionado, al no estar en condiciones de beneficiarse en alto grado con las lluvias (infiltración) y perder mucha agua por ascensión capilar, no está en condiciones de proporcionar a la vegetación, la humedad necesaria. Consecuencia de tal estado de cosas es la invasión continua del espartillar que se extiende —excepción hecha de los bajos fértiles— por todos nuestros campos de pastoreo.

7) Recuperación de Pastoreos.

La asociación de especies de pastos que pueblan nuestros campos está sujeta a variaciones —a veces de gran trascendencia— consecuencia de oscilaciones máximas en los agentes climáticos o como fatal repercusión —como ya se ha expuesto— de un empobrecimiento gradual del suelo que en ciertas zonas debido a condiciones topográficas y texturas agrológicas especiales, adquiere un ritmo más acelerado. Respecto a este último caso, ya hemos indicado la conveniencia, en diversas oportunidades, de adoptar como práctica rural corriente, el suministro de sal en todos los campos y en muchos de ellos en mezcla con harina de huesos y algunos elementos trazas cuya deficiencia haya sido constatada, sin perjuicio de que, atento a las características de los medios a considerar, se controle la erosión —que es lo fundamental— y se propague en los pastoreos, previa modificación económica del medio, las especies que mejor puedan responder en producción y calidad a la relativa pobreza del ambiente.

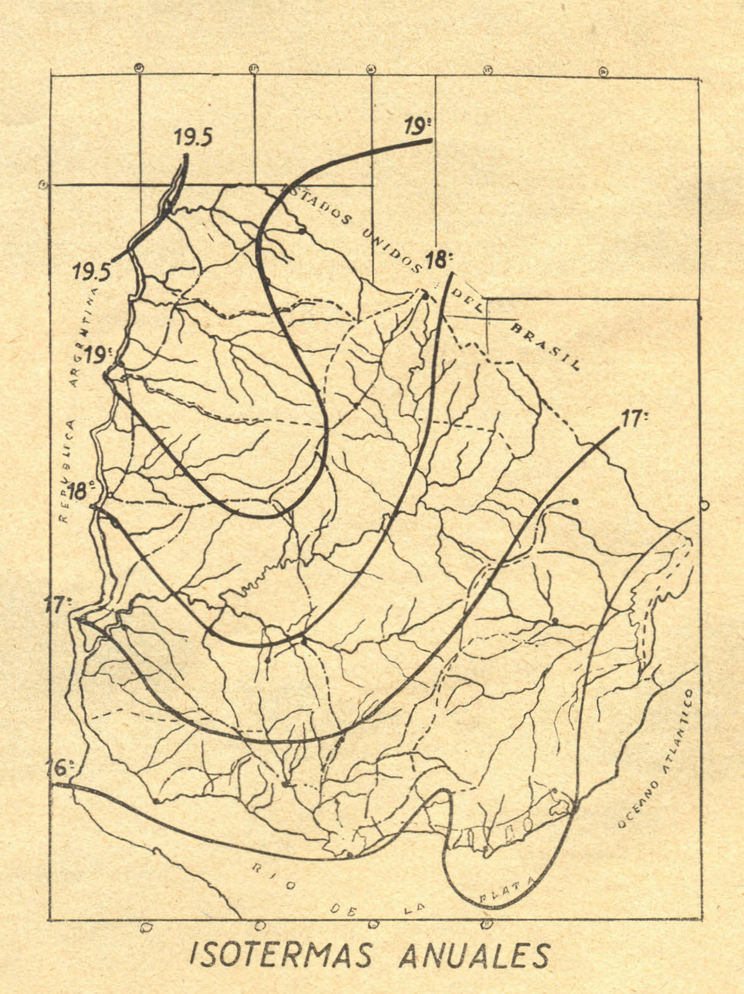
El arrastre de la capa vegetal del suelo, la sequía, el pastoreo abusivo de ovejas y la isoca, perjudican y degradan en forma notable a nuestros pastoreos. Es menester recuperar, aunque sea parcialmente, la calidad

del manto vegetal preexistente. Requiere tal finalidad una modificación económica del substrato que le permita al suelo beneficiarse mejor con las aguas de lluvia y contener un mayor grado de humedad. El rastreo del mismo con rastra de discos provistos de púas que escarifiquen el suelo (sin darlo vuelta) a principios de primavera y a fines del verano, para que se infiltren mejor las aguas pluviales, unido a una distribución de simientes en esa última estación (fines de verano) permiten recuperar —en gran parte— la calidad de una pastura. Si el suelo hubiera sido removido por la isoca, el rastreo, desde luego, está demás, pudiéndose aprovechar tal contingencia, para distribuir directamente, las especies de semillas más adecuadas.

Es, en síntesis, un problema de buena utilización del agua pluvial, ya que el grado de humedad del suelo es el que regula y determina el tipo de vegetación que, como para casos extremos, hemos señalado ya al principio de esta disertación.

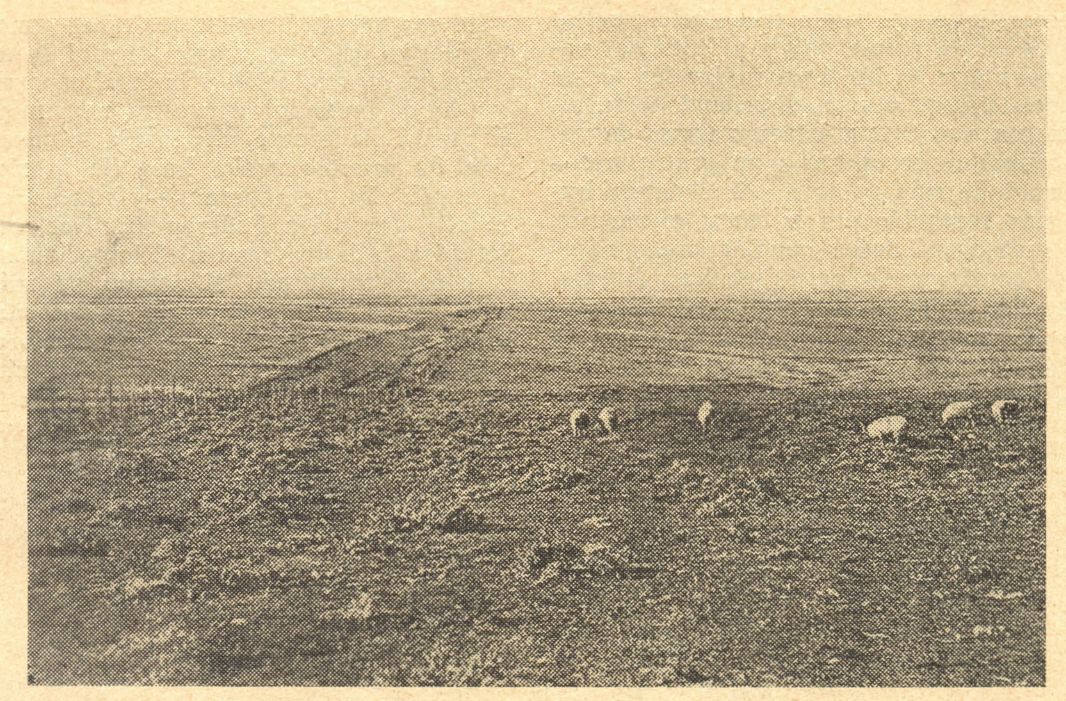
Señores:

He comentado las características generales de nuestro principal manto vegetal, la estepa o pampa, su evolución y la fatal repercusión que ha de tener sobre nuestra economía sino se presta preferente atención **a la conservación de nuestro suelo,** base de la riqueza nacional. Es de esperar —y mucho confío en ello— que los Poderes Públicos, compenetrados de la trascendental importancia que inviste, le dediquen al mismo su máxima atención como también a **la explotación racional de dicho manto vegetal (problema forrajero)** que constituye el puntal básico de nuestra ganadería.



ISOTERMAS ANUALES

TIPOS DE VEGETACION



Tipo de estepa o "pampa"

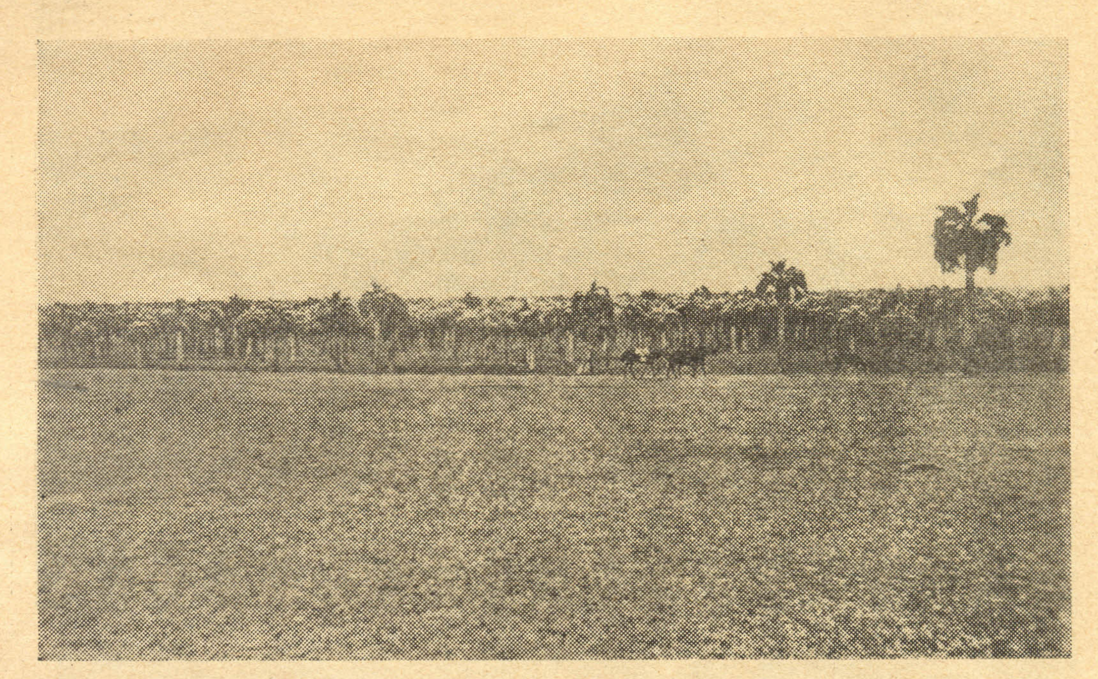
Tipo de vegetación de "monte"



Tipo de vegetación de "sierra"



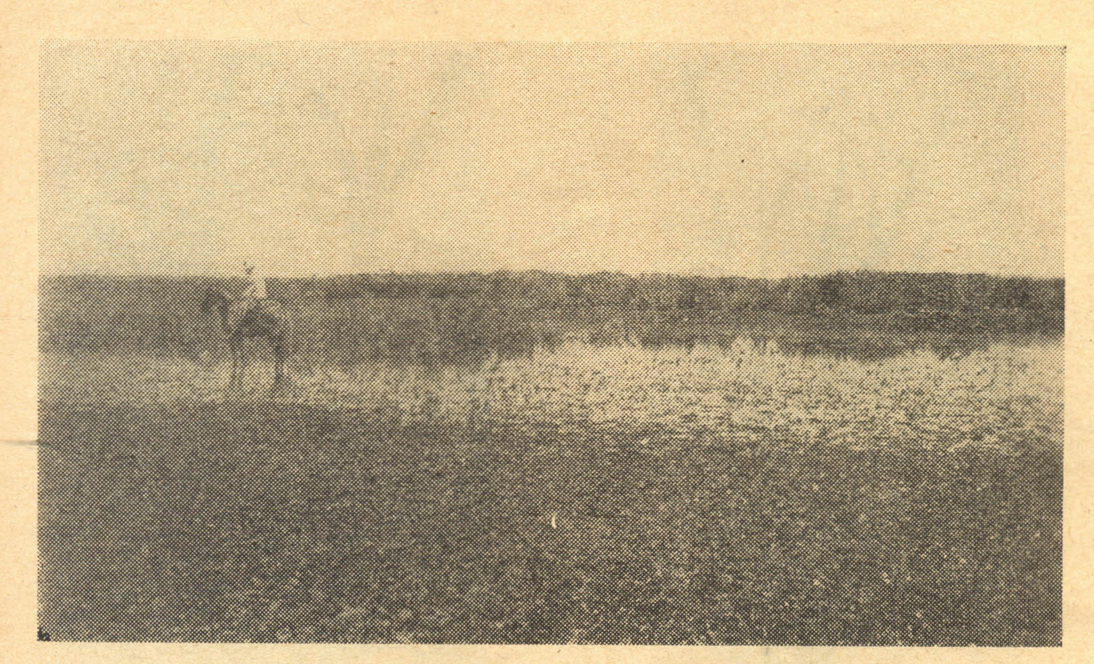
Tipo de vegetación de "siena"



Vegetación boscosa de palmas o "palmares"



Vegetación boscosa de palmas o "palmares"



Vegetación de "bañado"



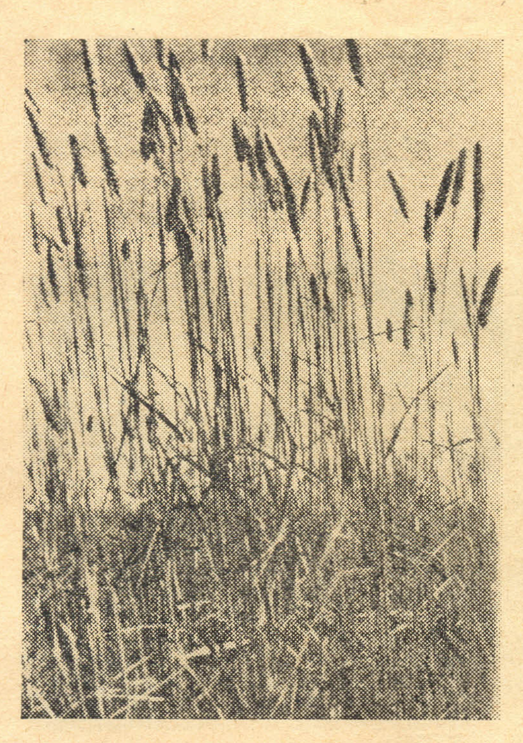
Vegetación de dunas o "arenales"



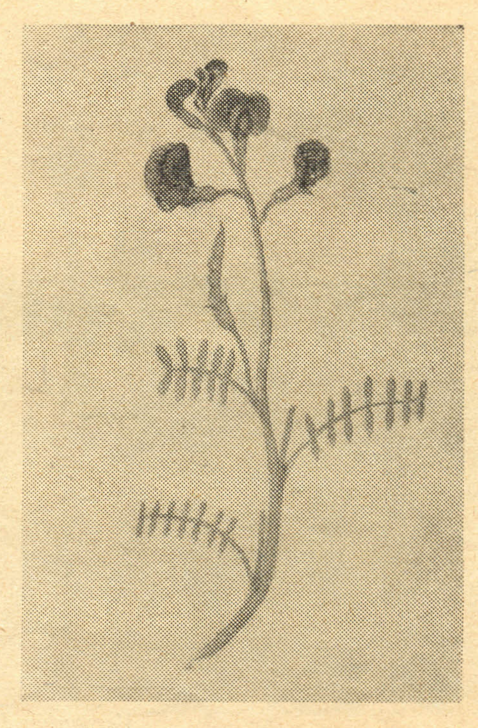
"Rye grass criollo".
Lolium brasilianum



"Cebadilla".
Bromus unioloides. (H. B. K.) Kunth



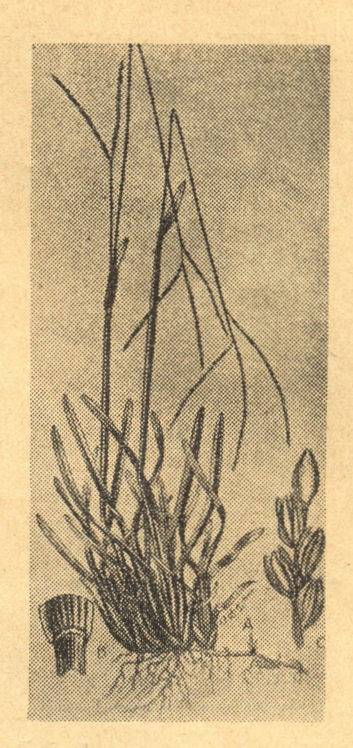
"Alfarín" o "pasto romano".
Phalaris minor. (Retz)



"Babosita"
Adesmia bicolor. (Poir)



"Pata de gallina".
Paspalum dilatatum. (Poir)



"Pasto alfombra".
Axonopus compressus. (Swartz) Beauv.



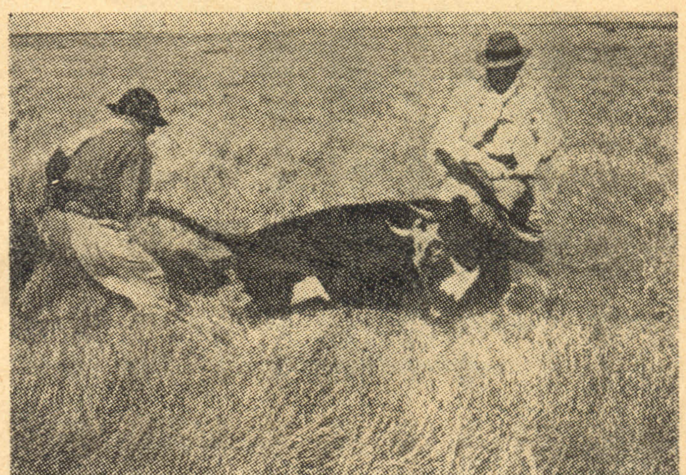
"Flechilla". - *Stipa Neesiana*



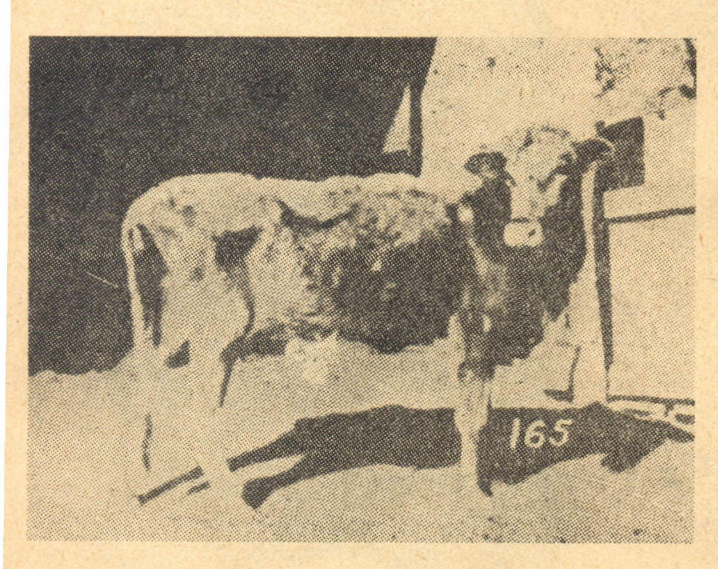
"Flechilla". - *Stipa hialina*



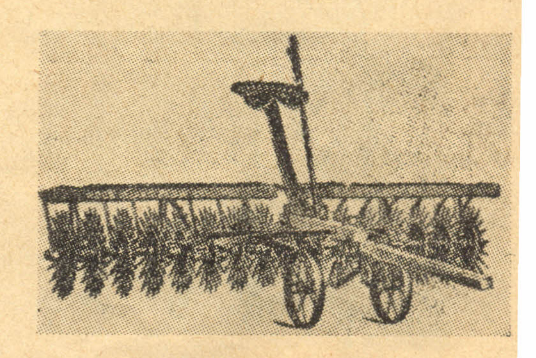
"Flechilla". - Piptochaetium bicolor



Vaquillona fallada, echada por rotura de la cadera. Rincón de Ramírez



Vaca sometida a una alimentación con deficiencia fosfórica



Regenerador de praderas

Sexta Conferencia

Desiertos en marcha: El drama de los suelos en el Uruguay



Ing. Daniel Rey Vercesi

Director de la Cuarta Semana Geográfica

Asesor Técnico del Ministerio de Industrias

Esta IV Semana Geográfica que sobre el tema **"El suelo en el Uruguay"** organizara el Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas de la Universidad de la República, llega a su fin con esta charla que hemos intitulado: **Desiertos en marcha: el drama de los suelos en el país.**

Cerrando el ciclo, quedaba para considerar el problema de la erosión de los suelos, luego del tratamiento feliz que los distintos conferenciantes dieran al temario, y que, orgánicamente, consideraba el **fundamento geológico de nuestros suelos, su génesis y evolución, el uso más adecuado de las aguas superficiales, la inter-influencia química de las aguas y las rocas en nuestras aguas subterráneas; la cubierta vegetal de nuestras praderas,** para llegar a esta conferencia de hoy.

Algunas consideraciones generales debemos formular antes de entrar al fondo del asunto.

Para el hombre que sigue los problemas del día, la necesidad actual, de una mayor producción, es evidente. Sin embargo, una mayor producción no tiene sentido a menos que venga acompañada por un mecanismo de distribución. **La producción** y **la distribución** son los dos lados de una misma moneda y el aparato integral de la industria y agricultura del país, nunca habría crecido a su estado actual sin la complementación necesaria por medio de un avance aun más rápido de los métodos de distribución. Esta ha sido, por lo demás, la marcha hacia adelante de las comunidades civilizadas **y el consumidor ha sido, en tesis general, el ganador de la jornada por la elevación correspondiente de su standard de vida.**

Si queremos conservar el estado de esta marcha y asegurar las conquistas logradas, hay que mantener: 1º) una cierta estabilidad general en nuestra economía doméstica; 2º) mantener su carácter competidor.

La incrementación de la producción obliga a un mayor uso de la tierra y de las aguas, y donde quiera que exista el **uso** aparece subsidiariamente el **abuso.** El mayor uso de la tierra importa una intensificación del consumo de los elementos nutritivos del suelo, así como una mayor necesidad de aguas en uso, un mayor consumo de energía, mayores exigencias mecánicas y de mano de obra y todo ello trae consigo una incrementación en el abuso de la tierra, **toda vez que en la operación no se cuiden armónicamente los factores naturales y humanos que entran en juego.**

Para comprender claro el proceso general nos parece necesario llevar el mismo a su forma más simple.

El uso y manejo de la tierra trae consigo una amplia variedad de ajustes humanos al medio ambiente. Esta variedad se extiende desde problemas puramente físicos hasta aquellos de relación social. Una comunidad viviente es una expresión altamente integrada de energía solar. El grado de organización del suelo es un aspecto ligado al potencial biológico, y por lo tanto, **una comunidad natural eficiente y un suelo maduro** proporcionan normas para juzgar las características de la cultura humana en función de su vinculación con el paisaje.

La ciencia moderna, ha sido aplicada **principalmente** a la elaboración de productos terminados a partir de materias primas. Necesita también ser aplicada a la conservación de la energía y materiales, y a su distribución. Ningún programa serio de uso y manejo de la tierra es posible fuera de estas bases, las que comprenden el estudio de los procesos fisiográficos, climáticos, de desarrollo del suelo, la estabilización biológica y el ciclo del agua. Con ello se puede determinar el potencial biológico de un paisaje determinado y si éste se pierde o se mantiene bajo el impacto de una forma de cultivo humano particular.

Es evidente, que la intervención del hombre en la explotación del suelo no se produjo siguiendo directrices científicas adecuadas. Si consideramos los períodos de la agricultura en América encontramos que cada período ha dejado algo que persiste en la economía contemporánea.

En primer lugar, las cosechas y los usos de la agricultura aborigen dan una serie muy variada de soluciones en cuanto a los climas, y los suelos del Nuevo Mundo. Puede decirse que el alcance y la utilidad de las plantas nativas del Nuevo Mundo eran mayores que aquellos de las plantas de Europa en la época de la conquista.

En segundo lugar, se produce el cruce de la agricultura de América y de Europa. Ello

es el resultado de la necesidad de los conquistadores de alimentarse con los productos cultivados en sus nuevos hogares. Fué en el siglo XVI que los europeos reconocieron la elevada calidad y la gran productividad de las plantas cultivadas por los indios; se produjo entonces la gran introducción de plantas americanas al Mediterráneo y desde allí al N.O. de Europa. También de Europa se introdujeron en América ganados y aves, a la par que subsistencias y cosechas comerciales. Por lo tanto, una gran mezcla de los recursos animales y vegetales propios del Nuevo y Viejo Mundo proporcionó un fondo enriquecido para una serie de economías agrícolas diferenciadas por su medio ambiente.

Entretanto, las poblaciones indígenas sufrieron terribles reducciones y el déficit de trabajadores se subsanó parcialmente con la introducción de los esclavos negros. La población de numerosas regiones disminuyó tanto que la cría de ganado sobrepasó al primitivo cultivo de la tierra. Las tierras con hierba y matorrales, de poca importancia en la economía, aborigen, fueron empleadas en la cría del ganado.

A su vez, las grandes demandas en las minas, de pieles, cueros, sebos, carne y animales de trabajo, hacían lucrativa la cría de ganado en grandes regiones alrededor de los distritos mineros. Las minas, sin duda alguna, proporcionaban los mercados internos de mayor poder adquisitivo.

En parte, las regiones mineras alteraron la vegetación natural y fueron la causa del principio de la erosión del suelo. La completa eliminación de bosques y pastos alrededor de las minas inició en diferentes lugares, un desgaste de la superficie por la acción del agua.

La tercer etapa, que se desarrolla durante los siglos XVIII y XIX, se caracterizó por el éxito en los resultados de haciendas tropicales que enviaron la producción agrícola a ultramar, lo que condujo gradualmente al agotamiento del terreno y a la erosión del suelo.

Podemos destacar, en cuarto término, que recién en el siglo XVIII se unieron la labranza y la cría de animales en escala importante para dar lugar a la colonización agrícola.

La revolución industrial y del transporte por medio del vapor forman la quinta etapa, que se desarrolló en el siglo XX.

Esta fase más moderna dió lugar a una intensificación de la producción agrícola y ganadera, que adquirió fundamental importancia en la exportación. La historia económica del Uruguay y la Argentina y de la región occidental del Mississippi son similares, en su proceso y funcionamiento y son casi idénticas cronológicamente.

Esta fase más reciente de la agricultura ha producido una nueva incidencia de erosión de los suelos, más amenazadora que los casos presenciados anteriormente de desgaste de la superficie.

Desde un punto de vista social se debe reconocer que son importantes muchos factores además de la fertilidad original del suelo. La ubicación de la tierra es factor de primera consideración, desde que toda población para sobrevivir requiere accesibilidad a los medios de transporte y facilidades de comunicación. La humanidad, especialmente en los tiempos modernos, no puede mantener ni, por supuesto, mejorar su nivel de civilización en condiciones de completo aislamiento.

La fertilidad del suelo es también un factor relativo. Las tierras bajas, generalmente las más ricas, no siempre son las más pobladas ni las que ofrecen mejores garantías para la ocupación humana. La fertilidad del suelo interviene en función del uso a que se le quiere destinar. Esto indica que el problema de la conservación de los suelos tiene como motivo real la conservación de las condiciones de la vida humana en el lugar en que está radicada.

Es importante señalar la contradicción aparente que resulta del hecho de que las tierras más fértiles, los valles de los ríos, los depósitos deltaícos, las llanuras de aluvión y las planicies costeras distribuídas en el mundo sólo tienen los más pobres pobladores de la tierra en tesis general y respetando las excepciones. Esta observación debe interpretarse en el sentido de que las tierras bajas conducen a un sistema de explotación agrario demasiado simple y fácil. La fertilidad del suelo por sí sola no garantiza el bienestar humano, sino que interviene en grado similar el suelo y el sistema social que lo rige. De ahí que la conservación de los suelos constituye una fase vital del bienestar nacional.

Algunas precauciones se requieren para determinar cuando es que se pueden usar medidas de conservación. Una de las primeras es determinar si se justifica el gasto ne-

cesario para controlar esa erosión y si el gasto efectuado es una inversión útil. En cada caso las circunstancias dirán la respuesta. Una segunda cuestión es aquella de si la situación social demanda que una fracción particular de tierra debe tratarse para prevenir la erosión y restaurar su fertilidad. Muchos factores afectan la respuesta: en qué dirección se mueven las masas de población, cual es la tendencia en el crecimiento natural de esa población? Hay otros procedimientos más económicos que permitan desplazar esas masas de población hacia mejores tierras en lugar de restaurar la fertilidad de las mismas? Cual es la situación en relación con los servicios sociales, agencias administrativas, transporte, mercados, centros comerciales, etc.?

Una tercera pregunta importante se relaciona con los usos de la tierra en las condiciones climáticas imperantes.

El problema es, pues, determinar qué curso sea el mejor a seguir frente a una situación, y aun cuando puede parecer que el enfoque sea meramente económico, su significado sociológico es evidente. Es axiomático que la productividad de la tierra es limitada. Si una parte desproporcionada del producido total debe ser absorbida por costos exagerados, el resultado será que el standard de vida de la población corre peligro de no poder mantenerse y, seguramente, no progresará en función de su esfuerzo.

Lo mejor que debemos esperar es que una proporción creciente de nuestra población agraria tenga que explotar tierras poco fértiles y las razones son muchas para esta aserción.

En primer lugar, el incremento de la mecanización aplicado a los procesos productivos de las tierras fértiles ha traído como resultado una mayor extensión de las unidades agrarias y, por lo tanto, ha desplazado grandes masas de población a tierras pobres.

En segundo lugar, el incremento natural de la población agraria es más rápido que el requerido para mantenerla a un nivel estacionario. El exceso de población debe migrar, sea a las ciudades como a las áreas agrícolas marginales, desde que las áreas fértiles ya están ocupadas.

La migración a las ciudades no siempre es posible especialmente en los períodos de depresión.

En tercer lugar, la tierra se gasta con el uso y a su vez se desgasta por las fuerzas naturales especialmente en aquellas zonas que antes fueron adecuadas para cultivo.

Vivimos en una época en que las fuerzas sociales y económicas son muy cambiantes y, en consecuencia, la solución a los problemas que se nos plantean no puede ser estable.

Si deseamos preservar lo que hemos dado en llamar nuestro standard de vida para la población, la tierra productiva económicamente, no debe ser abandonada a la destrucción por los agentes naturales ni menos aún someterla a la destrucción por los agentes humanos.

Para llegar a la plena realización de los nuevos conceptos de vida que deseamos imperen en nuestro país, tenemos que adquirir conciencia que los recursos que poseemos deben ser usados efectivamente y con el mayor grado posible de eficiencia. La eficiencia de los hombres, así como la de las máquinas, sólo se pueden medir en el número de unidades de energía consumidos para lograr una cantidad determinada de trabajo útil. De ahí, que el único camino por medio del cual el hombre puede ascender en la escala del progreso es mediante el conocimiento, de como consumir una menor cantidad de energía para lograr una etapa de progreso determinada. A medida que los hombres agrandan su esfera de vida deben utilizar sus recursos con mayor intensidad.

Pero, ¿en qué consiste el fenómeno de la erosión de los suelos?

El avance progresivo de la civilización occidental se ha sustentado con la explotación gradual de nuevas fuentes de recursos naturales de la tierra, prestando poca atención, en general, a la conservación y mantenimiento de la utilidad de esos recursos. Esa explotación de los recursos naturales trae como resultado un uso diferente de los distintos elementos que actúan en el estado de equilibrio previo existente. Se produce entonces una ruptura de un equilibrio que relaja la resistencia del conjunto hacia los agentes destructores.

De esos agentes, el más importante es el agua. Su intervención se produce según procesos conocidos. En todos los lugares en que el hombre ha arrancado la cubierta protectora de los árboles o manto vegetal para abrir campo a sus cultivos, la lluvia y el viento han lavado y barrido la superficie del suelo hasta llegar a empobrecerla.

Mayores pasturas aun fueron objeto de intenso uso cuando las majadas y el ganado en número creciente, poblaron los campos.

La relación entre la capacidad del suelo para mantener el ganado y el número de ganado mantenido seguía una curva en forma de dientes de sierra. Después de un período de sequía, el número disminuía; cuando estos períodos de sequía eran seguidos por abundancia de lluvias, las pasturas se recuperaban y se espesaban. Con el aumento de las pasturas se incrementaba el número del ganado, aprovechando ese stock alimenticio y los precios altos prevalentes. Cuando volvían los años de sequía y los campos estaban superpoblados, el resultado era que los precios caían por debajo de los niveles primitivos.

En esta oportunidad, los estancieros están inclinados a conservar sus animales, esperando que los precios suban o que vuelvan las lluvias.

Lo evidente es que el exceso de pastoreo es mayor y se presenta más a menudo cuando las pasturas están menos capacitadas para resistir el abuso [1].

Las observaciones realizadas indican que el comienzo del proceso consiste en la desaparición de la vegetación original y que ésta desaparición, conjuntamente con la erosión del suelo, son factores activos que actúan el uno sobre el otro y viceversa. A medida que la vegetación de una zona se deteriora, el suelo fértil se lava y hasta el mismo subsuelo inerte desaparece. Con la pérdida del suelo fértil superior, las plantas y pasturas, especialmente las pasturas, quedan privadas de su principal fuente de subsistencia, incluyendo el agua disponible y los elementos nutritivos, particularmente el nitrógeno. Una vez arrastrado el suelo superior fértil, el agua de lluvia, en lugar de empapar el suelo e infiltrarse, como anteriormente lo hacía, rápidamente se junta en forma de escurrimiento acelerado y destructor.

Finalmente, las pasturas decaen como resultado de la desnudez de sus raíces o de haber sido privadas de sustento; o ellas se ven arrastradas y llevadas lejos con el suelo por las aguas de escurrimiento.

En las primeras etapas de la destrucción de una cuenca, el grado de deterioro en el suelo es relativamente menor que aquel de la vegetación. La razón radica en que queda parte del suelo superior fértil, el que absorbe una porción de la precipitación pluvial y controla así parte del escurrimiento acelerado, y en que, mientras queda el suelo superior aparecen más pasturas anuales en el manto vegetal a medida que las pasturas perennes van desapareciendo. Las pasturas periódicas protegen temporalmente el suelo. Sin embargo, luego que la vegetación declina en un 30%, la erosión del suelo alcanza grados críticos y se torna destructora. Una vez esta etapa alcanzada, el grado de destrucción acelerada del suelo se vuelve mayor que aquel de la destrucción de la vegetación.

Llegados a este punto en la erosión, ésta se desarrolla según dos procesos bien determinados. Uno es el tipo de erosión laminar, extensiva, pareja, que actúa por adelgazamiento de los suelos y lavado suave de la superficie en general. Otro es el tipo de erosión que se manifiesta en determinadas orientaciones y por concentración de aguas da lugar a la formación de zanjas, cuevas, riachos, surcos, etc. En el primer caso de destrucción los agentes pueden ser el agua y el viento, en tanto que en el segundo caso el agente dominante es el agua de lluvia en escurrimiento.

El viento como agente destructor, aun cuando es menos espectacular que el agua, tiene su gran importancia. Durante los períodos de vientos de gran velocidad, la presión ejercida sobre los suelos ocasiona el levantamiento de la parte superior y rica de los mismos y su transporte indiferenciado hacia lugares lejanos. Pero el movimiento del suelo no es el único daño causado por el viento. Este, conjuntamente con las altas temperaturas estivales que son comunes en el país, son los responsables por el alto grado de evaporación en el territorio nacional. Y las pérdidas por evaporación son superiores durante las estaciones de pocas lluvias de lo que lo son en los años de fuertes precipitaciones.

Hemos visto en el curso de la Semana y especialmente a través de la instructiva conferencia del Ing. Spangenberg, que aun cuando los suelos originales del país son ricos en general, ellos no son uniformes. Sólo en raras excepciones se necesita el agregado de fertilizantes para producir cosechas. El

---

(1) Conviene precisar aquí, que la erosión es un proceso natural. Bajo condiciones normales la Naturaleza establece, con la vegetación, un equilibrio de trabajo entre el grado de formación del suelo y el grado de remoción del mismo suelo. Es la intervención del hombre que destruye ese equilibrio y provoca, en mayor o menor grado, una aceleración del factor destructivo y una disminución del factor constructivo de ese suelo.

mayor factor limitativo de la producción es la disponibilidad de humedad del suelo, pero no su fertilidad. Las variaciones en la textura, estructura y profundidad traen consigo grandes diferencias en la capacidad de los suelos en cuanto a absorción y acumulación de las aguas. Los suelos arcillosos o limo-arcillosos proporcionan un material de fina textura. Estos suelos no absorben agua fácilmente. Si la lluvia cae a torrentes como en ocasiones sucede, gran parte del agua se pierde en escurrimiento. Si el agua alcanza a penetrar en esos suelos, ellos la mantienen por largo tiempo.

Los suelos arenosos, por otra parte, absorben el agua fácilmente y ésta penetra más profundamente que en los suelos de textura más fina.

De aquí que el aprovisionamiento de aguas subterráneas se logre más fácilmente en estos tipos de suelos. Sin embargo, es difícil en los suelos arenosos proveer bastante sustancia orgánica para ligar las partículas del suelo en forma suficiente para resistir la presión y acción del viento. Cabe aquí destacar cuáles son los tipos nacionales de suelos que pueden servir de ejemplo para estas consideraciones y cuál es el aspecto que los mismos ofrecen a la observación. Así, como ejemplo de suelos arcillosos de fina textura, pueden citarse los originados por las facies arcillosa de Estrada Nova, en los departamentos de Cerro Largo, Rivera y Tacuarembó, en tanto que los suelos arenosos derivados de las areniscas de Tacuarembó, Buena Vista, Río Bonito, Guichón, etc., proveen de ejemplo de los suelos arenosos sin sustancia orgánica suficiente para ligarlos.

No se crea que la sustancia nutritiva de los suelos represente poco valor. Las investigaciones al respecto permiten apreciar que un acre de suelo de 35 centímetros de espesor contiene 200.000 kilos de cloruro de potasio; 600.000 kilos de superfosfato al 20 por ciento; 4:000.000kgs. de sulfato de amonio. Los elementos móviles del suelo son el nitrógeno y el oxígeno y la naturaleza todavía no conoce la forma de almacenarlos. Como el nitrógeno usualmente aparece en cantidades menores a las necesidades de las plantas para una producción máxima, las raíces de las mismas necesitan la superficie adecuada para asegurarse esos elementos nutritivos móviles.

Ante esta diferencia en la constitución de los suelos y a su capacidad de resistencia frente a la acción destructora, ¿cómo actúan los vientos y las aguas? Es evidente que si los vientos encuentran obstáculos que disminuyan su velocidad, su impacto sobre el suelo será menor. De ahí la utilidad de los bosques. Además, esa acción se minimiza si una coherente capa de vegetación cubre el suelo.

Las aguas, a su vez, actúan en función de su velocidad y de su volumen. A menor capacidad de absorción, sigue un mayor escurrimiento. Un mayor escurrimiento provoca la concentración de las aguas y esta concentración se traduce en la incrementación de la velocidad, con lo que el valor destructivo es mayor. Esa destrucción actúa por empobrecimiento de la fertilidad, por la remoción de material, por la acción corrosiva de los sedimentos acarreados, por la socavación de las banquinas, por la disminución de la capacidad absorbente del suelo, etc. La formación, pues, de surcos, riachos y zanjones indica un grado avanzado de la erosión acelerada y su trascendencia en cuanto al destino futuro de ese suelo es desalentador.

La merma en la capacidad de absorción de los suelos, disminuye el aprovechamiento de humedad en los mismos y deja un déficit en la alimentación de las napas subterráneas. Como las necesidades de agua aumentan con el progreso agrario de la zona, esas necesidades no pudiendo ser satisfechas con las aguas pluviales, como nos lo indicara el Ing. Sudriers en su conferencia, deben ser compensadas con un mayor uso de las aguas superficiales o subterráneas. Ahora bien, si las pluviales corren incontroladas y no son absorbidas por los suelos, provocan inundaciones, pero no son aprovechadas. Y si el stock de agua subterránea ve disminuída su alimentación, la falta de agua que debe ser compensada por esas fuentes encuentra un stock disponible cada vez menor.

En consecuencia, el progreso de la comunidad queda limitado en sus fuentes normales de abastecimiento en tanto se incrementa la desaparición de los elementos nutritivos del suelo, del cuerpo de ese mismo suelo, y se acelera el traslado de sus humus y suelo aguas abajo fuera del alcance de su utilización. Ello oscurece la limpidez de las aguas de los ríos y llena el cauce de los cursos de agua, dejando librado a una zona antes protegida, a los efectos de la inundación, por falta de capacidad de asimilación de las crecidas dada la restricción de las secciones de sus cauces.

El resultado general es de empobrecimiento de la región, en tanto las exigencias

mayores de la población aceleran el déficit original.

Esta consecuencia no es meramente especulativa. El caso de una población americana indica que en el año 1926 era un lugar veraniego de mucha nombradía ubicado junto a un hermoso lago de aguas transparentes. En 1936, o sea 10 años después, la población había dejado de ser un lugar de vacaciones, había desaparecido el lago, y los limos arrastrados por los ríos formaron una terraza aluvial pantanosa, en tanto las aguas del río ofrecían una tonalidad coloreada por los suelos denudados. El ejemplo es reciente y refuerza toda la historia conocida sobre la destrucción de los suelos de los grandes imperios desaparecidos.

Este efecto nocivo de las aguas de lluvia ya es bien conocido en nuestro país. En anteriores publicaciones y conferencias el Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas tuvo oportunidad de poner de manifiesto el alcance de la erosión de los suelos del país, y mostró como ella se extendía en todo el territorio en forma variada, pero acelerada y permanente. Años de gran prosperidad agrícola siguieron a su grito de alarma, y los hechos parecieron querer desmentir las predicciones que hiciéramos sobre este punto.

Los acontecimientos internacionales trajeron consigo una intensificación en la industrialización del país y la incrementación de los consumos determinó una mayor explotación del suelo. La roturación de nuevas tierras se vió estimulada por los grandes precios y su cultivo siguió rutinas ajenas a una racional conservación de la fertilidad. Sin embargo, la producción satisfacía con creces los esfuerzos de los labradores. La erosión, entre tanto, proseguía en forma acelerada, provocando un descenso del nivel del agua subterránea, el alumbramiento natural de la napa freática en muchos lados, la intensificación de los efectos de las sequías por la falta de capacidad de los suelos para almacenar humedad.

En su aspecto exterior, las grandes cicatrices de los zanjones de erosión, aceleraban su marcha hacia las divisorias de agua extendiendo sus figuras en forma de hojas por todo el flanco de la colina.

Pocos años de observación nos muestran los evidentes progresos destructivos alcanzados en áreas tan cercanas como la carretera a Piriápolis en los Kms. 65, 66 y 67, como en la Playa Atlántida, como en la Parada Santa Teresa en Florida, etc., etc.

Asimismo, en los departamentos fronterizos la acción acelerada de la erosión exhibe desnudamente el basamento geológico con mayor amplitud, en tanto los diseños de los desagües se multiplican, profundizan, caracterizan y modifican la conformación panorámica primitiva.

El litoral del país, acicateado por una mayor producción y mejores vías de comunicación agota sus tierras en una explotación irracional y desenfrenada cuyo único propósito es el lucro inmediato, aun cuando se mutilen las perspectivas de una prosperidad permanente.

Ya alguna vez dimos los resultados de nuestros cálculos sobre el desgaste de nuestros suelos. Nos ratificamos en aquella estimación aun cuando no creemos sea éste el momento de la justificación de dichos cálculos. Nuestras anotaciones indicaban que el valor mínimo de la erosión de los suelos en nuestro país era de cerca de 300 millones de toneladas por año y que la pérdida de la productividad por el mal uso de la tierra importaba sumas muchas veces millonaria.

Pero ahora el problema es aun más grave, pues las necesidades del país se acrecientan con su industrialización. El abastecimiento de aguas y de productos es cada día mayor y ello estimula una mayor explotación del suelo, el que sólo podrá hacerse en base de una política conservadora de los suelos y las aguas que aseguren el mantenimiento de la fertilidad.

De lo contrario, vamos rápidamente hacia una pauperización de nuestros suelos semejante a la que se generó en los EE. UU. en su ya célebre "olla de polvo" en el Medio oeste y que fuera provocada por una cultivación desenfrenada durante los años de la primera guerra mundial en 1914 - 18, estimulada por los altos precios de los productos del suelo.

Es la marcha hacia el desierto, resultado lógico de nuestra despreocupación por el mantenimiento natural del equilibrio sutil existente entre la formación lenta de los suelos y su lenta denudación con la protección vegetal adecuada.

El panorama de las ciudades fantasmas de los EE. UU. puede repetirse en nuestro país y es deber personal de cada uno ofrecer nuestro esfuerzo para detener ese mal.

La tierra y las aguas son elementos útiles en la vida de los pueblos, pero tienen también sus exigencias. Conocerlas y formar conciencia de sus valores, debe preocupar a todos los que sienten interés por una prosperidad permanente.

De ahí la necesidad que sentimos por con-

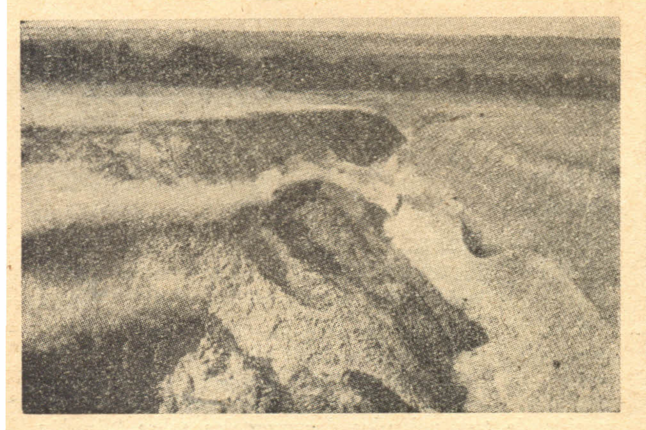
vertir este tema técnico de la erosión de los suelos en una preocupación popular y buscamos vulgarizar su conocimiento para que el pueblo sea el impulsador en la gran tarea que nos está reservada en este país nuestro, tan lleno de encantos naturales.

Sería lamentable que luego de conocido el problema en tiempo y de haberlo descuidado nos contentáramos con las lamentaciones de Jeremías repitiendo: "El verano ha pasado; la cosecha se ha terminado; y nosotros no nos hemos salvado".

Para esa tarea, el Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas levanta su voz y llama a todos los hombres de buena voluntad que quieran pelear la buena batalla y deseen colaborar en el establecimiento de una explotación del suelo adecuada, progresista, beneficiosa y permanente.

Para justificar el tema de nuestra conversación y documentar ante Uds. el pavoroso drama de los suelos sujetos a erosión, vamos a pasar algunas películas sumamente ilustrativas.

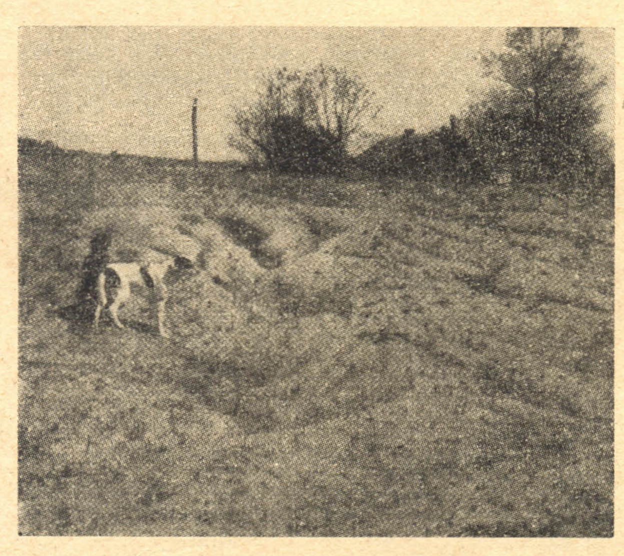
NOTA. — Esta conferencia fué seguida de la proyección de tres películas documentales sobre "Erosión y conservación de suelos" del Servicio de Conservación del Suelo de EE. UU.



Muchos de los campos uruguayos se parecen a éste. La erosión ha robado a la comunidad gran parte de su capacidad productiva



Remolinos: el suelo finamente pulverizado invita al desastre. Las aradas en el sentido de la pendiente ayudan al arrastre del suelo



Ninguna ayuda para el país puede esperarse de esta pendiente erosionada. Pero hay muchas maneras de corregir estas tierras y de hacerlas productoras. La plantación de árboles, por ejemplo, puede ser un modo de corrección





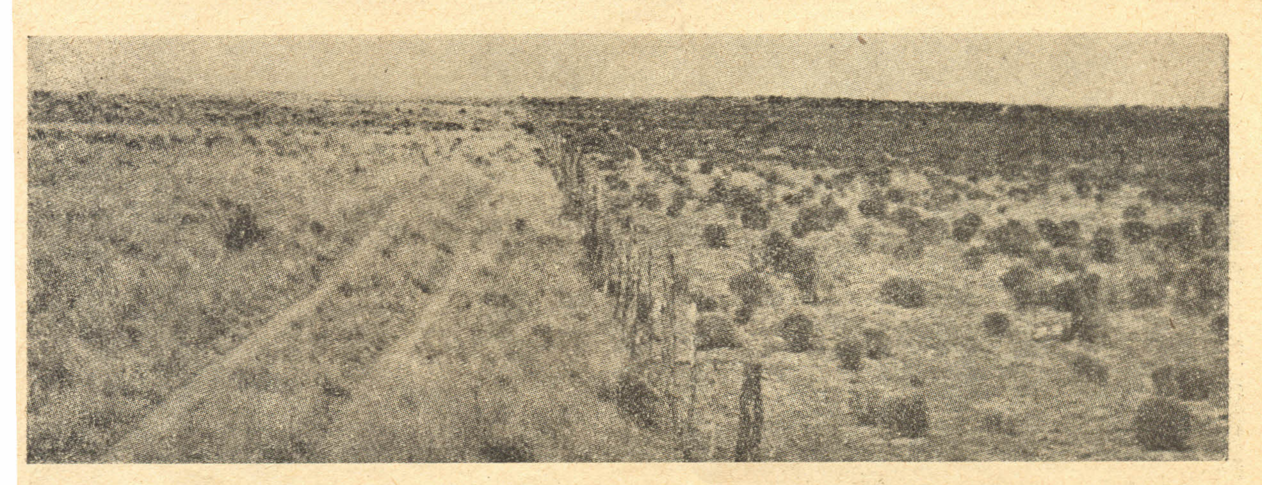
Dos aspectos de una misma ribera. A la derecha, tierras valiosas que se destruyen por erosión; a la izquierda, se logra el control de la erosión mediante protección de arbustos



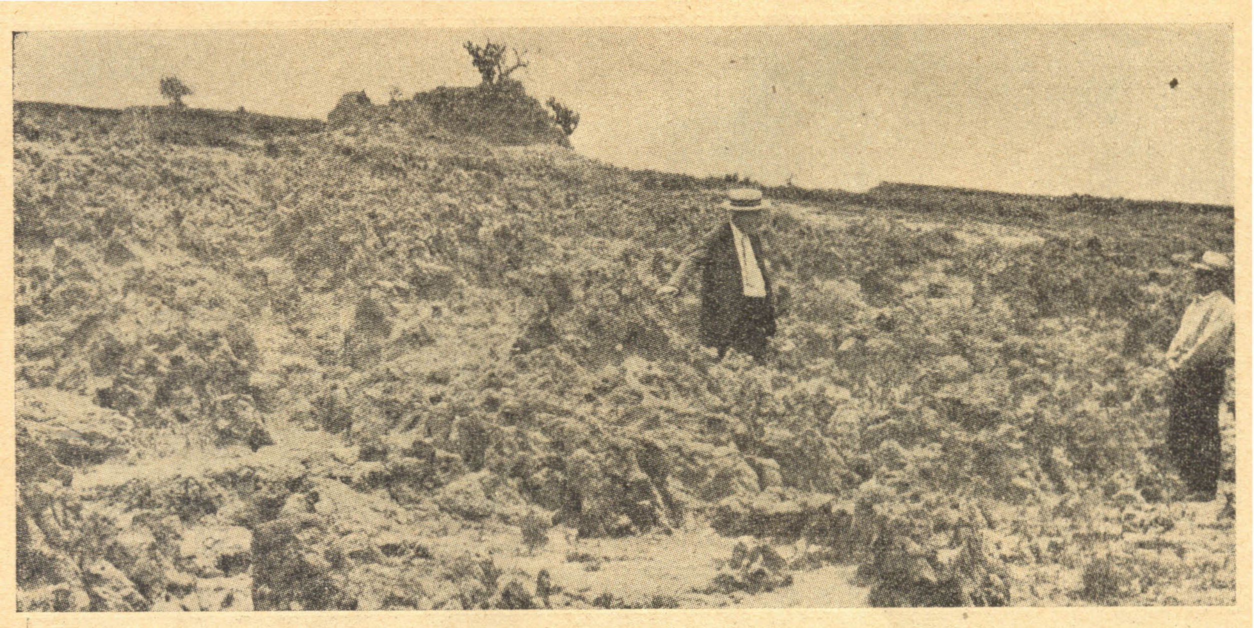
El ganado no tiene que caminar más de dos kilómetros para llegar al agua. Ello contribuye a una mejor utilización de los recursos naturales



Una tormenta de polvo en Colorado (EE. UU.) en mayo de 1937. La obscuridad total duró media hora



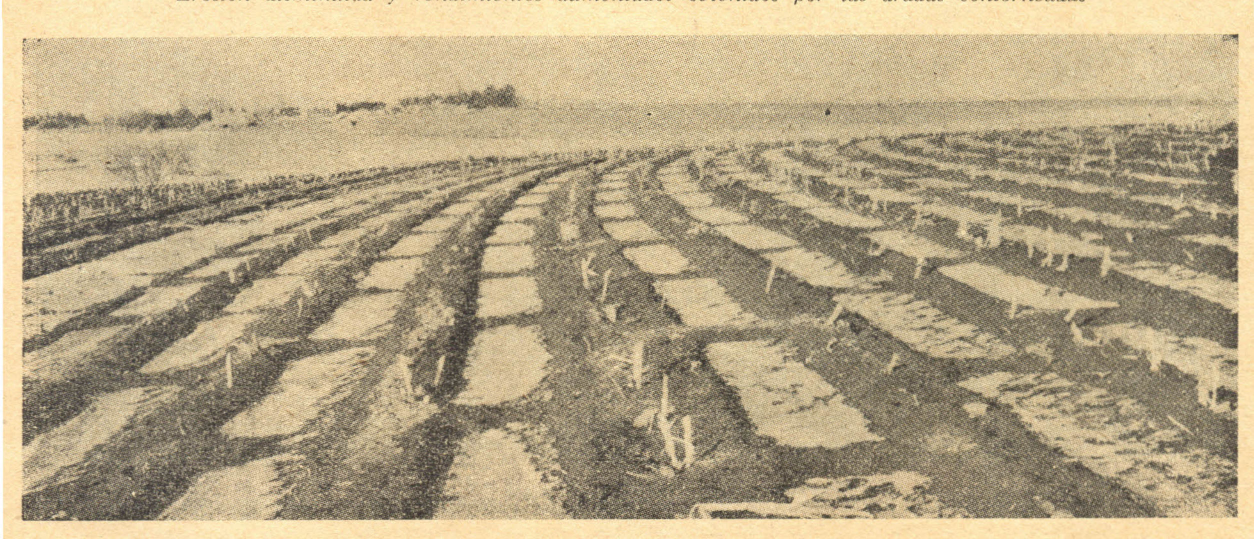
Hace cinco años estas dos pasturas eran similares. El pastoreo apropiado realizado desde entonces en el campo a la izquierda del alambrado marca la diferencia. Los pastos en ese lado han ganado su vigor y casi eliminaron las malezas



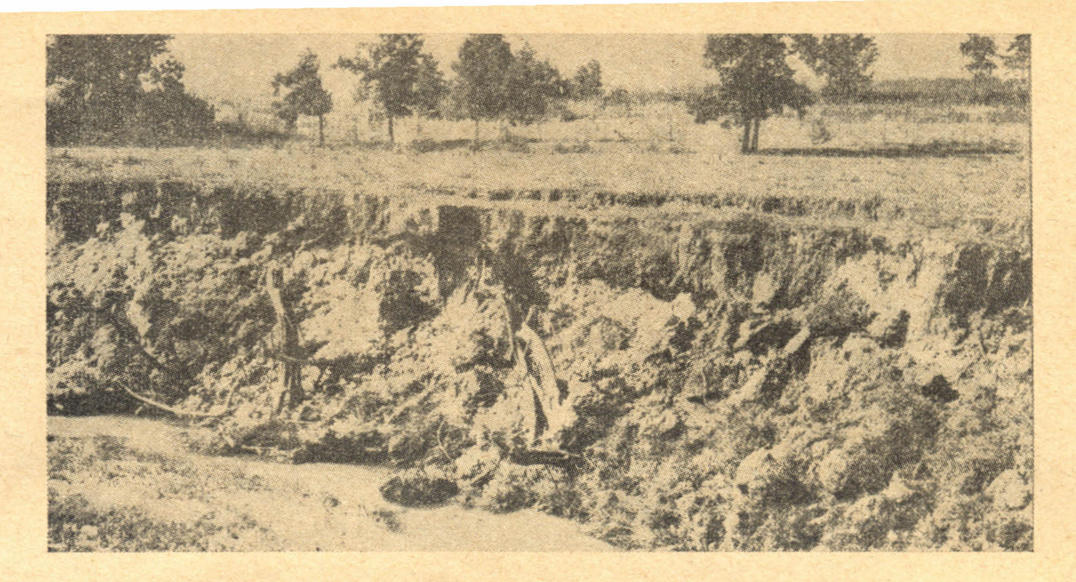
El final de un campo antes productivo; suelo y subsuelo erosionado hasta la roca. El pedestal en el centro de la foto indica la extensión de la erosión



Erosión disminuída y rendimientos aumentados obtenidos por las aradas contorneadas



Estos charcos de agua formados en las aradas de la pendiente aumentan la humedad retenida en el suelo y reducen la erosión a un mínimo







Tres etapas en la destrucción de una banquina

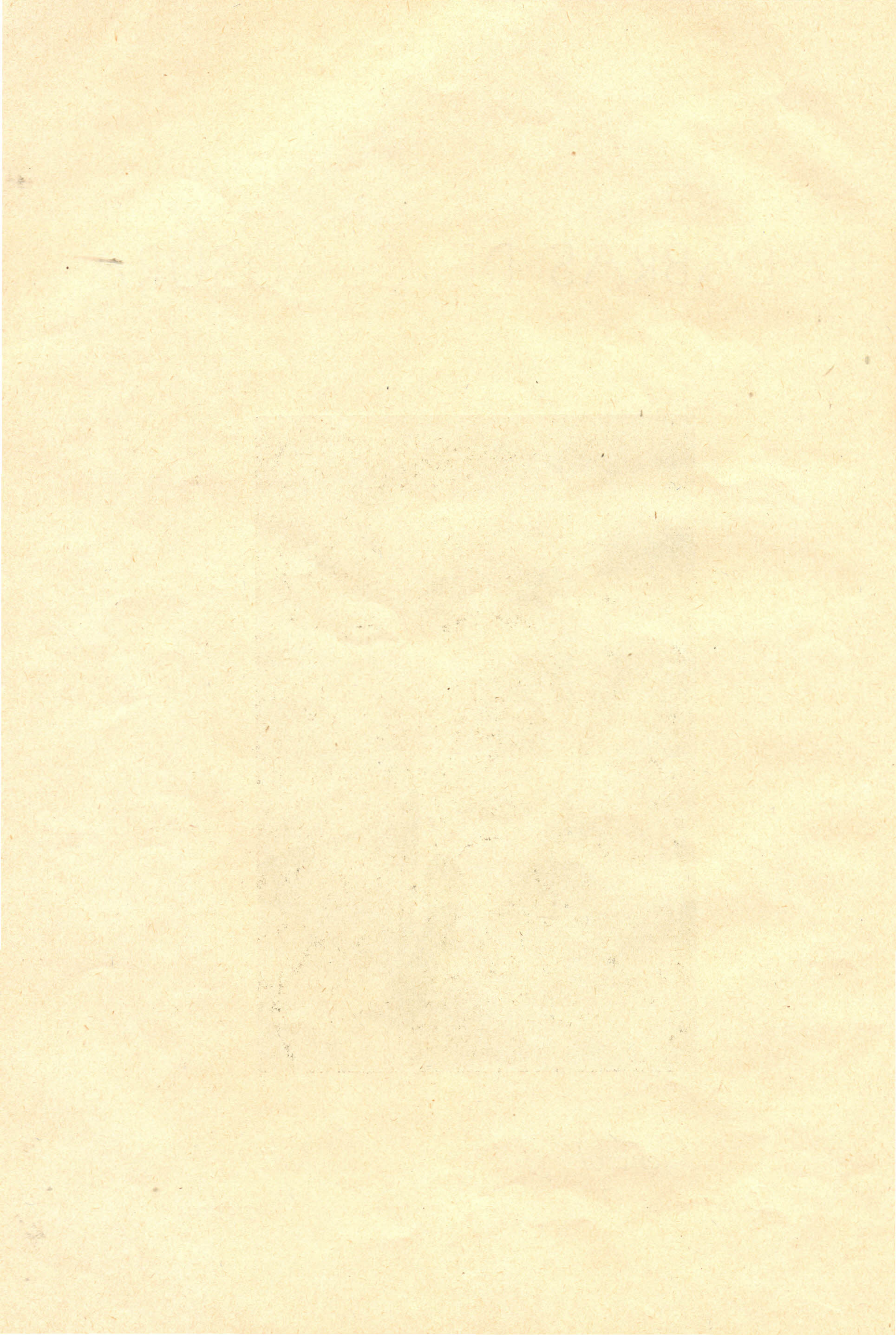
Fotos del Servicio de Conservación de Suelos de los EE. UU.

PALABRAS DE CLAUSURA



General Julio A. Roletti

Director del Instituto de Investigaciones Geográficas



Señoras y Señores:

Con la magnífica conferencia del ingeniero Rey Vercesi que acabamos de oír, culmina con brillo singular la IV Semana Geográfica, por él tan acertadamente dirigida, y al través de cuyo desarrollo hemos podido apreciar, una vez más, valores positivos que honran la ciencia nacional, como ocurre con el Dr. Rodolfo Méndez Alzola, el sabio ingeniero civil profesor don Víctor B. Soudriers la destacada profesora Sra. María I. de Arce de Speroni y del profesor de la Facultad de Agronomía ingeniero don Carlos A. Fynn.

Asimismo, al través de la autorizada palabra de otros destacados hombres de ciencia como el ingeniero don Gustavo Spangenberg, reputado profesor de la Facultad de Agronomía y el ingeniero don Daniel Rey Vercesi, hemos podido considerar nuevamente —esta vez en toda su grave magnitud y trascendencia— muy serios problemas de nuestra campaña, problemas estrecha e indisolublemente ligados a nuestro porvenir y a nuestra subsistencia, y que, por lo mismo, deben preocupar hondamente a aquellos de nuestros estadistas de verdad que actúan en nuestro escenario político patrióticamente inspirados.

Puede, así, afirmarse que las jornadas científicas terminadas hoy, resultan grandemente interesantes no sólo para los que se especializan en ciencias geográficas y disciplinas afines, sino que, asimismo, para nuestros hombres de gobierno y para todos aquellos ciudadanos preocupados por asegurar, aquí, en esta privilegiada región de América —privilegiada, ante todo, por su organización institucional—, el imperio de una democracia de verdad, basada en una adecuada cultura de la masa popular y en condiciones económicas justas en cuanto se refiere a la ecuánime distribución de la riqueza y de los goces nobles que ésta permite, pero asegurada, también, en una permanente evolución progresista de la riqueza pública que tiene sus raíces en la tierra bien cuidada y mejor explotada.

Porque las Democracias no son posibles dentro de situaciones paupérrimas o poco menos, situaciones a las que vamos paulatinamente marchando si no se pone remedio a los males que ya afligen a nuestra campaña —de la que vive el país— pese a la aparente prosperidad material que al presente parece adormecernos con un brillo que se me ocurre falaz cada vez que recuerdo los graves y hasta dolorosos problemas, todavía sin solución, que afligen a nuestra campaña.

La Semana científica que acaba de terminar, ha probado una vez más la importancia de los estudios de carácter geográfico y el de las ciencias que con éstos tienen íntima relación.

Podemos reafirmar, igualmente, que esa importancia es fundamental no sólo desde el punto de vista del progreso material de nuestro país si que, también, por lo que tiene relación con la cultura general.

Por cultura —entiendo yo— se me permitirá la expresión, una instrucción adecuada a la época y circunstancias actuales, pero sobre todo, animada por la acción ennoblecedora de ideales superiores de justicia social y de solidaridad humana.

Recientemente, en una sensacional conferencia dictada el 11 de noviembre próximo pasado, en el Ministerio de Salud Pública, por el destacado miembro de la Misión Cultural Brasileña que por aquellos días nos visitó, el eminente profesor Raúl Bittencourt insistió en la necesidad angustiosa en que está la humanidad de modificar la orientación de sus esfuerzos intelectuales en el sentido de señalar al Hombre como objetivo director y esencial de toda investigación científica. Es así, como, aquel destacadísimo profesor, señalaba la conveniencia imperiosa de profundizar —siempre desde el punto de vista humanista— el estudio de ciertas ciencias como la economía política, la socio-

logía, la psicología, la historia, la filosofía, la psiquiatría, etc.

E indicaba ,entre estas ciencias, a la geografía humana, incluyendo de tal modo, su estudio, como condición coadyuvante para permitir a los pueblos alcanzar el "poder por el saber".

El poder, desde luego, me permitiré precisar, para que la humanidad del presente pueda lograr la salvación de la angustiosa, desconsoladora y terrible situación en que se encuentra, desde cualquier punto de vista que se la considere.

Me atrevo, por consiguiente, a insistir sobre que los resultados de la brillante Semana Geográfica hoy finalizada confirman una vez más la fundamental importancia de los estudios de las ciencias geográficas y sus disciplinas afines.

Daremos, pues, la mayor difusión posible a los notables conceptos que se han emitido en esta alta tribuna, durante la Semana Geográfica que hoy termina.

Por lo expuesto, en nombre del Instituto Nacional de Investigaciones Geográficas de la Universidad de Montevideo, que tengo el honor de presidir, y en el mío propio, agradezco su brillantísima cooperación a la señora María I. de Arce de Speroni y a los señores profesores Dr. Rodolfo Méndez Alzola e ingenieros Carlos A. Fynn, Víctor B. Soudriers, Gustavo Spangenberg y Daniel Rey Vercesi, a los cuales felicito por sus notables aportes técnicos para la solución de los más variados problemas vinculados a nuestro progreso.

Felicito, asimismo, con todo entusiasmo al que fué eficientísimo director de esta Semana, el ingeniero Rey Vercesi.

Igualmente agradezco su eficaz acción a los demás miembros de este Instituto que han contribuído, con abnegada dedicación, a la organización y acertado desarrollo de la IV Semana Geográfica.

Mas, sobre todo, en este sentido, al par que le expreso nuestra especial gratitud, destaco la acción tesonera, inteligente y eficacísima, del Dr. Ignacio Martínez Rodríguez, quien, pese a su excepcional modestia, no ha podido pasar desapercibido por la nobleza de su intensa actividad desarrollada en bien de este Instituto y para el eficiente y brillante cumplimiento de la IV Semana Geográfica que hoy finaliza.

Por último, debo agradecer a todos vosotros, señoras y señores, y a los radio-oyentes, la atención prestada, la que mucho nos alienta en la tarea que nos hemos impuesto en bien de la cultura general y en el interés del progreso nacional, siguiendo, así, el derrotero señalado por el fundador de este Instituto, Contralmirante Dn. José Aguiar, cuya noble obra ya está dando brillantes y alentadores frutos.

«La Tierra y la Vida»

Contribución al Estudio de los Problemas Agrarios Nacionales

Dr. Eduardo Blanco Acevedo

Este trabajo del Senador Dr. EDUARDO BLANCO ACEVEDO fué publicado en el "BOLETIN INFORMATIVO" del Ministerio de Ganadería y Agricultura (11 de diciembre de 1947) coincidiendo con la celebración de la IV SEMANA GEOGRAFICA. Esto, añadido al interés de este valioso trabajo que se refiere al aspecto biológico del estudio del suelo, que no fué especialmente desarrollado en las conferencias de este ciclo, nos hizo considerar conveniente incluirlo en esta publicación y, al efecto, fué solicitada la autorización de su autor, que gentilmente nos ha concedido.

Creo que en este problema de colonización, en el que han colaborado brillantemente legisladores, técnicos y juristas, el problema de la tierra, en lo que a su valor agrológico se refiere, el valor del "edaphos" (para emplear el término griego que expresa lo que nosotros entendemos por suelo agrícola) debe ser encarado en todos sus aspectos, debe ser apreciado en toda su magnitud.

Ahora que estamos estructurando nuestra colonización, la racional colonización de nuestra tierra, quiero destacar que tanto como un problema de hombres, el que debemos resolver es un problema de suelo, un problema de técnica. Sobre todo de técnica.

HOMENAJE AL HOMBRE DE CAMPO. —

Sin desconocer el valor inmenso que para nuestra patria configuró en el pasado el aporte de pueblos laboriosos y viriles, quiero rendir homenaje a nuestro hombre de campo, a nuestro paisano, criollo hecho para amar la tierra, y que hoy la abandona, agudizando, de esta manera, el grave problema de la desocupación campesina.

La abandona, no porque haya dejado de guardarle, en lo íntimo de su ser, el cariño que generaciones de campesinos dejaron en su sangre; la abandona porque ella, la tierra, le está negando con una desesperante pertinacia el premio a su esfuerzo.

Años enteros le dió su dedicación y trabajo, la de él y la de los suyos. Doblado sobre la mancera del arado, dejó pasar sobre sus hombros cargados de fatigas y de años, lluvias y vientos y soles y en los atardeceres cansinos se quedó, más de una vez, ofeando el horizonte, buscando desentrañar en los matices de sus luces y en el gemir de sus vientos, el celaje que le anunciase un mañana preñado de esperanzas. Y así fué envejeciendo. Envejeciendo y emprobreciéndose. Empobreciéndose él y la tierra. No porque le faltase amor al trabajo, no porque le faltase amor a la tierra, no porque careciese de abnegación y sacrificio; sino porque le faltaba el conocimiento de la técnica. El dominio de la técnica.

La humanidad vive la hora presente bajo el signo de la técnica.

PROBLEMA PREVIO A LA INMIGRACION.—

No podemos abordar, en la actualidad, ninguno de los problemas referentes a la colonización sin partir de una sólida base técnica. No tenemos el derecho de propiciar inmigraciones, sin antes haber abordado y resuelto el problema de la colonización en su aspecto técnico, bajo una dirección técnica capacitada y

con el asesoramiento de técnicos agrónomos especializados, como los que, felizmente, tenemos en nuestro país.

Pero el aspecto técnico del problema no radica en el factor hombre, factor que no podemos medir, y sí sólo apreciar en lo falaz de una conjetura o en la incertidumbre de un cálculo aproximado. En los problemas de colonización agropecuaria, el aspecto técnico reside en el valor suelo.

EL VALOR "SUELO". —

En el valor de ese "suelo activo" cuya capacidad productiva podemos apreciar, cuyo grado de fertilidad nos es dable medir, cuyas carencias electivas somos capaces de corregir y cuya conservación estamos obligados a salvaguardar.

Salvaguardar porque ese suelo activo, ese primer horizonte de la tierra, a cuyas expensas se mantienen y desarrollan los dos renglones más importantes de la producción nacional: la ganadería y la agricultura, es, para nuestro país, una inestimable fuente de riqueza. Casi podría decirse, la única fuente de riqueza. Tanto más cuanto que el subsuelo se ha mostrado, para con nosotros, poco generoso en sus dádivas.

No es mi propósito hacer ahora una intrusión en el campo de la edafología. Múltiples y valiosos son los trabajos nacionales dedicados a esta ciencia que estudia el suelo en sus relaciones con la vegetación. Todos sus problemas, en la faz puramente técnica, han sido bien estudiados por calificados y competentes técnicos, ingenieros agrónomos, geólogos e ingenieros civiles, que, encarándolos en sucesivos y reiterados enfoques, desde distintos ángulos de vista, señalaron las vastas e inusitadas proyecciones que su desconocimiento puede acarrear sobre la economía nacional.

En conferencias, publicaciones científicas numerosas, y aún desde la prensa, todos ellos insistieron ante las autoridades nacionales sobre la necesidad de organizar, bajo una dirección técnica capacitada, la conservación de nuestro suelo; conservación que lograremos mediante un racional estudio que al mismo tiempo que mantenga la potencialidad productiva del suelo, permita obtener el máximo de rendimiento que la tierra sea capaz de dar sin que se altere su equilibrio genérico.

Destaco de entre ellos por su alto valor científico y su clara exposición conceptual los trabajos de los ingenieros Rey Vércesi, Terra Arocena, Quinteros, Fynn, Spangenberg, Sapriza Vera, Weiss, Rodríguez López y de otros distinguidos compatriotas.

Allí ha de encontrar quien quiera documentarse sobre el problema, cuanto se refiere, en el estudio de nuestro suelo, a la correlación entre la productividad y fertilidad de la tierra.

En el levantamiento de los mapas geológicos y de los mapas de reconocimiento, encontrará el estudio de las clasificaciones de nuestras formaciones geológicas.

En el estudio de los factores que intervienen en la formación del suelo, las bases para una clasificación adecuada que dé intervención no sólo a los factores petrográficos, dominantes, sino también a los climáticos, a las características de relieve y al concepto de "familia" de suelos, vinculado este último a la noción de edad.

Y en el estudio de la erosión los medios para evitarla, combatirla y dominarla.

Tampoco es mi ánimo abordar el problema en uno de los múltiples aspectos que ofrece su estudio: jurídico, legal, administrativo, de dedicación ganadera, agrícola, o mixta, de explotación individual o cooperativa, de laboreo intensivo o extensivo. Porque creo que este asunto debe ser estudiado desde una incidencia que, dominada siempre por la técnica, permita en una cabal visión, el enfoque de todos los problemas que plantea el aprovechamiento y la conservación de nuestro suelo.

CONSERVACION DEL SUELO. —

Así como para quien, desde el acantilado vecino a la playa, contempla la soledad del mar, éste le muestra toda su magnificencia en el sereno desfallecer de sus olas sobre las arenas, en la majestuosa impetuosidad de las que a sus pies se quiebran en espumas, o en la grandeza de la planicie ecuórea que se pierde en los inconmensurables y lejanos horizontes; así deben captarse los problemas de nuestro suelo, desde el acantilado que permita apreciarlos en sus múltiples fases: la que se desarrolla en la serena investigación de los laboratorios, la que se enciende en la impetuosa fogosidad de las discusiones con que se sustentan teorías e hipótesis, se erigen doctrinas o se dictan leyes, y la que permite comprenderlos en toda la magnitud de sus proyecciones y aplicaciones y en todas las posibilidades que se pierden en las inconmensurables y lejanas perspectivas de nuestro futuro.

De ese futuro que cifra su grandeza en el valor agrológico de la tierra.

De ese futuro que no tenemos el derecho de despreciar por lejano, y que tenemos la obligación de cuidar con más celo, si cabe, que el presente, porque la patria exige el sacrificio del ahora para el engrandecimiento del mañana.

De ese mañana, de ese futuro, que será gloria o diatriba nuestra, según que hayamos sabido vivir o no con encarecimiento y sacrificio nuestro ahora.

La conservación del suelo activo en nuestro país, exige ese encarecimiento, la recuperación de su primer horizonte allí donde está perdido o donde amenaza con desaparecer, exige ese sacrificio.

Por eso creo que los problemas atingentes a nuestro suelo, no deben encararse ni en el enfoque único del técnico que estudia en su génesis los factores que lo determinan, y en sus caracteres intrínsecos la capacidad productiva que lo valoriza; ni en el estudio unilateral del jurista que ordena su posesión y usufructo y reglamenta sus condominios y sus arrendamientos; ni en la visión parcial del economista que estudia sus posibilidades redituables, ni en la posición excluyente del legislador que procura obligarlo a un régimen impositivo.

Los problemas atingentes a nuestro suelo deben encararse en una amplia comprensión de los mismos, a la luz del concepto general de la vida, que es, al fin de cuentas, la que domina *en todas sus fases el problema agrológico y los* problemas de colonización.

En efecto, a la vida que pulula en los primeros horizontes del suelo, están vinculados de manera exclusiva o por lo menos dominante, la formación del suelo, su capacidad productiva, su grado de fertilidad, su potencialidad de enriquecimiento y su conservación.

Y al valor agrológico, que es dado por la vida que se agita en el suelo, están condicionados todos los problemas de la colonización, la prosperidad del colono, su apego a la tierra, la vida de la colonia, la vida misma de la nación.

La vida económica de la colectividad y del país, entran, así en íntima dependencia de la vida orgánica del suelo.

Es la aparición de la vida en esos primeros horizontes del suelo, la que da, al enriquecer en coloides orgánicos y sustancias húmicas a los agregados iniciales surgidos del **yacimiento madre,** las características de suelo activo.

Al toque magnético de la vida, el **horizonte superficial inerte** que yace **sobre el substracto rocoso,** trastócase en suelo activo, y aquel acúmulo inorgánico que el proceso de meteorización prepara en interminables jornadas de desagregación geológica, conviértese en inestimable fuente de riqueza.

GENESIS DEL SUELO. —

Podrán los efectos mecánicos de fisuración y descamación de la roca, y los químicos de disolución, oxidación y carbonización del material originario, tener gran importancia en la formación del suelo, pero la génesis del suelo activo está condicionada a la aparición de la vida que palpita en el citoplasma de los animales infinitamente pequeños o tras la delgada membrana celulósica de los vegetales microscópicos.

El suelo activo nace cuando en él surge la vida. La formación del "edaphos" es un problema ligado a la vida del suelo.

Mas, si en la génesis del suelo, la vida es factor determinante, también es, y no en menor grado, elemento preponderante en la determinación de su capacidad productiva.

Tanto mayor será la potencialidad de producción de un suelo, cuando más rico sea en elementos vitales. Cuanto más intensas sean en él las manifestaciones de la vida. De la vida animal que interviene en la desintegración de la materia orgánica y cierra el ciclo del carbono. De la vida vegetal que, en el complicado mecanismo de su elaboración autotrofa, al cumplir el proceso de asimilación del carbono, restablece el equilibrio energético, cuando capta la energía luminosa del sol, esa energía extraña a la biosfera, que le permite reparar de manera constante las pérdidas energéticas producidas en el funcionamiento de la máquina viva que puebla los suelos. De la vida bacteriana, finalmente, que interviene en la utilización del ázoe atmosférico, y en su minúsculo laboratorio protoplasmático completa, en magnífica labor de síntesis, el ciclo del nitrógeno. De esa misma vida bacteriana que en estupenda solidaridad funcional con los distintos tipos fisiológicos de organismos, completa el ciclo del azufre, constituyente químico fundamental de todo protoplasma, en procesos de sulfo reducción del metaloide telúrico, primero, y de sulfoxidaciones sucesivas, después.

FERTILIDAD DEL SUELO. —

En cuanto al grado de fertilidad, si bien es cierto que él depende de manera directa y, ante todo, de la composición química del suelo y de sus caracteres físicos de estructura y textura, no lo es menos el hecho de que estos factores se encuentran ligados al medio biológico del suelo. Ligados a la vida que intervino en su génesis, ligados, también, a la vida que interviene en su enriquecimiento nutritivo, en su corrección estructural y en su conservación.

De esta dependencia adviértese que, también la fertilidad de la tierra, que no es otra cosa que la aptitud del suelo para suministrar cosechas más o menos abundantes, depende de la evolución de la vida en sus primeros horizontes. De la vida animal y de la vida vegetal las que, enriqueciendo el suelo de substancias nutritivas, por un lado, y, por otro, proporcionándole al par que los coloides húmicos, el calcio necesario para su floculación, comandan el grado de fertilidad de la tierra.

De esta manera y por acción del factor biológico el suelo adquirirá la composición química y la contextura física que han de marcar su grado de fertilidad.

Y es ésta, directa o indirecta, pero siempre íntima dependencia del factor biológico, la que comandará las posibilidades de enriquecimiento del suelo. La que determinará su potencial de riqueza nitrogenada, sus posibilidades de aprovechamiento azufrado.

Es en virtud de este factor biológico, esencialmente bacteriano en esta faz, que las reservas de nitrógeno orgánico de la biosfera, se mantienen sin agotarse, y que en los procesos naturales o artificiales de enriquecimiento del suelo, el azufre orgánico es restituído a las formas oxidadas que requiere la asimilación vegetal. Tan estrecha vinculación existe entre la capacidad productiva del suelo, su fertilidad y potencia de enriquecimiento y la vida que pulula en sus primeros horizontes, que nada de extraño tiene el que la conservación del suelo agrícola, del "edaphos", dependa del factor biológico. Son los suelos vivos, los que tienen sus entrañas pobladas de bacterias y su superficie rica en vegetación —necesaria para la simbiosis bacteriana y necesaria para la cohesión de la tierra que es resistencia frente al desgaste climático)— los suelos que **conservan** íntegramente su valor agrológico, los que mantienen su potencia vegetativa.

Pero cuando la reja del arado ha roto la paz de la lleca, su fertilidad natural se compromete ante el interrogante de un nuevo factor, esta vez artificial: la roturación. Roto el equilibrio

orgánico, interrumpida la solidaridad recíproca de los organismos, los ciclos vegetativos se comprometen y el suelo corre el riesgo, perdida su vida de superficie, de perder también su vida bacteriana y entonces el suelo muerto, desprotegido, estéril, ofrece lo que fuera su manto útil, a la acción destructora de los agentes climáticos agresivos.

Es por estas razones que creo que los problemas del suelo deben encararse, desde el punto de vista de los conceptos generales de la vida; de la vida que domina en todas sus fases el problema agrológico, que en todas sus fases domina los múltiples, complejos y variados problemas de la coloniazción.

EL FACTOR BIOLOGICO EN LA GENESIS DEL SUELO VEGETAL. —

Sobre el terreno rocoso de consolidación (rocas ígneas o magmáticas), o sobre el de sedimentación (rocas sedimentarias) originariamente no existe suelo vegetal.

El suelo vegetal es el resultado de la transformación de la roca madre subyacente bajo la influencia de diversos procesos inicialmente de orden físico y químico y luego de orden biológico, que, desagregándola lenta y gradualmente desde la superficie hacia la profundidad, proporcionan el substrato necesario para su futura formación.

Las partículas disgregadas de la roca por los agentes climáticos pueden quedar, formando el substrato de lo que serán los suelos autóctonos, sobre la roca madre que les dió origen y a cuya composición mineralógica se encuentran íntimamente ligadas; o, por el contrario, el producto de la desagregación del yacimiento madre es transportado por el agua o el viento a distancias variables del lugar de origen, y depositado sobre terrenos de diferente composición litológica, donde constituirán los futuros suelos de aluvión o alóctonos.

Pero, tenga su origen el suelo en la desagregación de rocas ígneas o sedimentarias o aún en rocas cristalofílicas o metamorficas, derive de una unidad litológica simple, como suelos autóctonos, o provenga de un agregado residual variable y múltiple, engendrado en el transporte aluvial o en el de corrasión, como en los suelos alóctonos, dos hechos, a mi modo de ver importantes, deben señalarse: en primer lugar que este proceso de formación efectúase lentamente, exigiendo décadas de años para constituíse; en segundo lugar, que la deposición de la roca disgregada no constituye por si sola un suelo, sino el substrato de un futuro suelo.

La primera noción, de la lentitud del proceso formativo del substrato mineral, explica por qué nunca serán exageradas las precauciones que se tomen para conservarlo, ya que su pérdida, originada en la acción de factores climáticos adversos, pérdida que determinará la supresión del "edaphos", exigiría años de reposición y requeriría ingentes sacrificios. Con el agravante de que el suelo destruído, eliminado por la erosión, es irrecuperable, y que el suelo de neoproducción nunca será equivalente al anterior ni en grado de fertilidad ni en capacidad productiva.

La segunda noción, la de que el acúmulo de substancias minerales disgregadas de la roca madre no constituyen el suelo, sino el substrato de un futuro suelo, señala la importancia preponderante que el factor biológico tiene en la génesis del suelo activo.

Al final del proceso geológico de formación se tiene tan sólo un agregado inerte de coloides inorgánicos, sólo cuando aparece la vida en ese substrato, comienza a formarse el suelo.

Son los vegetales inferiores, algas o líquenes y la flora bacteriana los que depositan sobre este substrato mineral inerte los primeros coloides que le darán las características químicas y las propiedades estructuradas propias de los suelos activos.

Sobre este suelo rudimentario del comienzo se alberga posteriormente una vegetación de carácter superior originada por la germinación vegetal que ha de darle al suelo sus verdaderas y propias características. Y estas características nunca serán definitivas. Porque estando el suelo ligado en su génesis y en su permanencia a la aparición y al mantenimiento de la vida en su seno, tendrá necesariamente la característica de la vida que es un "devenir" permanente, en su constante evolución.

En efecto, el suelo continúa sufriendo constantemente transformaciones de orden físico, químico y biológico que constituyen su evolución. Los procesos de disgregación rocosa inicial son, ahora, procesos de meteorización mediante los cuales los silicatos se "caolinizan" hasta constituír la arcilla, es decir: los coloides arcillosos. Y este complejo coloidal arcilloso-húmico que así se forma, complejo en el que residen las propiedades físicas, físico-químicas y químicas del suelo, evoluciona constantemente. Su evolución, que está sujeta a la acción de los factores climáticos y depende de la variedad petrográfica inicial, tendrá la influencia del relieve, y recibirá la marca del tiempo; pero sobre toda esa evolución y sobre cada uno de los factores que la influyen, existirá el sello de la vida que se desarrolla en el suelo.

EL FACTOR BIOLOGICO EN LA FERTILIDAD DE LA TIERRA. —

"La fertilidad —dice Demolon— no es susceptible de una definición absoluta; no es más que la expresión de una verificación experimental: la aptitud de un suelo para suministrar cosechas más o menos abundantes. Existe una fertilidad natural, como aquella de las tierras vírgenes o de los suelos negros; y una fertilidad adquirida resultante del cultivo cuidadoso."

Es aquella fertilidad natural la que, por cultivos hechos sin ajustarse a las normas técnicas, puede destruirse. Y una vez destruída no ha de recuperarse, como se lo supone por una aplicación más o menos regulada de abonos.

La recuperación de la fertilidad perdida de un suelo que el hombre procura obtener mediante la incorporación de sustancias químicas es insuficiente. Más insuficiente aún, si se hace

de manera empírica, como es lo habitual en quienes, desprovistos de todo conocimiento técnico, no hacen otra cosa que incorporar al manto útil del suelo sustancias que ellos suponen en déficit.

Sustancias que, aún en el caso de que estuvieran en proporción deficitaria, no por ello serían los factores exclusivos en la disminución del grado de fertilidad. No son los suelos más ricos, por esta sola razón, los más productivos, sino los que mejor ofrecen su riqueza en condiciones de asimilidad.

El problema de la fertilidad del suelo es un problema más complejo que el que puede resolver un simple análisis químico, porque el grado de fertilidad no está ligado a la mayor o menor abundancia de elementos nutritivos.

El suelo, que es la asociación de un soporte mineral (el substrato de las disgregaciones rocosas), con un complejo coloidal (el aporte orgánico de la vida), mantiene una constante evolución.

No es el concepto estático, inmutable de la reserva del suelo en materias útiles, que proporciona el análisis químico, el que vale, sino la dinámica de su evolución, condicionada a los factores climáticos, es cierto, pero también dependientes del factor biológico. Dependientes de la vida, de cultivo o de pradera, artificialmente incorporada al suelo, o naturalmente procreada en él. De la vida que le aporta la materia y la energía necesarias para inclinar a su favor ese equilibrio inestable que caracteriza la dinámica evolutiva de los suelos.

Cierto es que la fertilidad de un suelo está condicionada a las condiciones externas del medio, cierto es que los factores climáticos: agua, calor, luz, que determinan toda vegetación son fundamentales, y que la dinámica interna del suelo se encuentra estrechamente ligada a ellos; pero cuando se habla de fertilidad del suelo, no se refiere uno a las condiciones externas del medio, exclusivamente, sino que también tiene en cuenta las condiciones internas de la vida del suelo.

Las condiciones de clima dominan preponderantemente la evolución de los suelos. De ahí que las clasificaciones climáticas nacidas con la escuela rusa de edafología creada por Glinka, predominen. Pero las condiciones de vida marcan, en cierta medida su ritmo al proceso evolutivo.

Me explico. Un proceso "podsólico" marca una pérdida contínua de la fertilidad. Es un proceso en el que el equilibrio inestable de la dinámica interna del suelo es descompensado en el sentido desfavorable. Los materiales solubilizados del primer horizonte —horizonte de eluviación—, han sido lixiviados hacia el horizonte de iluviación o de acumulación. El factor clmático agua, marca el proceso de degradación del suelo "podsol". Pero es la vida del suelo la que marca el ritmo del proceso y la que lo hace posible. Es así que un suelo se hace "podsol" porque el residual orgánico que le proporciona la vegetación conífera que lo habita, por la baja alcalinidad de sus cenizas escasas, no satura la acidez del humus. La acidez de la tierra atenta, entonces contra la floculación de los coloides, el equilibrio coloidal se resiente y el complejo absorbente —coloides más cationes—, tiende a descender. El suelo se degrada. Y esta degradación se hará tanto más intensamente, cuando menos coloides orgánicos y minerales tenga. El factor climático ha provocado la "podsolización" del suelo, el factor biológico la ha determinado. Tan evidente es esto que, ejemplo bien conocido, cuando en los suelos turbosos con humus poco evolucionado y vegetación muscínea, proliferan las coníferas, la vida de superficie, marcada en la vegetación "específica del Podsol" los "podsoliza".

El factor biológico interviene, pues, en la fertilidad del suelo. Lo hace, no sólo por cuanto comanda los factores físicos de estructura y textura de sus horizontes, al regular los mecanismos de su perfecto equilibrio coloidal; sino que también lo hace porque interviene de manera preponderante en la determinación de los factores químicos que lo caracterizan.

En efecto, en la compleja metabolización del nitrógeno, del carbono y del azufre, son los seres vivos, animales o vegetales, que habitan el suelo, los que en estupenda solidaridad funcional, y en magnífico juego de síntesis y análisas, regulan esa dinámica evolutiva de la materia orgánica, que enriquece los suelos.

CICLO DEL CARBONO.—

El carbono de la biosfera, está sometido, por la existencia de los seres vivos a un ciclo cuyos puntos de partida y llegada son el gas carbónico del aire y de las aguas. Es de estos lugares de almacenamiento del gas carbónico, donde las reservas son inmensas, que los seres autotrofos, vegetales clorofilianos y bacterias nitrosas y nítricas (fototrofos los primeros, quimiotrofos los segundos), toman el carbono.

A los focos de reserva lo devuelven los seres heterotrofos, vegetales sin clorofila y animales, las combustiones vivas, de combustibles fósiles y los desprendimientos telúricos.

En esta contínua movilización del carbono de la biosfera, la solidaridad funcional, la simbiosis, podríamos decir, entre autotrofos y heterotrofos, es notable. Y es en la tierra, en el suelo agrícola, donde habitan los seres vivos que lo metabolizan, donde se juega el ciclo del carbono; y es en la tierra donde quedará "fosilizado" por la estabilidad del carbonato de calcio, que forma el calcáreo, o "dinamizado" en el devenir perenne de la materia orgánica o en la inestabilidad de los bicarbonatos cálcicos solubles.

CICLO DEL NITROGENO.—

Pero si, importante es el ciclo del carbono, mucho más lo es aún el del nitrógeno. Importante por un doble motivo. Porque el nitrógeno es elemento esencial en la constitución de la materia viva, y porque, en el ejemplo manifiesto de solidaridad funcional con que se vinculan entre sí los diversos tipos fisiológicos de organismos, señala al hombre inagotables fuentes para la obtención nitrogenada.

En efecto, el ciclo del nitrógeno comprende esencialmente una degradación, por los microbios, de las materias protéicas, y una reconstitución de estas mismas materias, a partir de los productos minerales de esta misma degradación. Reconstitución que es efectuada por los vegetales verdes y numerosas baterias y hongos.

Los procesos de degradación de la materia protéica que efectúan algunos hongos, y, sobre todo, las bacterias, comprende varias etapas sucesivas.

En primer lugar, las materias protéicas son atacadas por los micro-organismos del suelo, y transformadas en una sustancia negra: el humus. A este primer proceso llámasele el de la humificación.

LA HUMIFICACION. —

Es un fenómeno característico de todos los suelos poblados densamente por vegetales superiores. Los restos de estos vegetales, así como los cadáveres de hongos, bacterias y animales que pululan en el medio, son atacados por numerosas especies de hongos (sobre todo Mucoráceas, que constituyen elementos importantes en la flora del suelo) y por bacterias aerobias.

Por la acción mantenida de estos seres vivos se descomponen los holósidos, los lípidos, los prótidos, los compuestos fenólicos, (tan frecuentes en los órganos vegetales) y quedan en libertad los elementos minerales.

Allí, en pleno proceso de degradación, los micro-organismos que la producen, mantienen, al mismo tiempo un intenso trabajo de síntesis protoplasmática. Y este protoplasma, elaborado en la complejidad de las funciones vitales, habrá de incorporarse, tarde o temprano, a la masa de materias proteicas que están sujetas a la degradación.

El conjunto de estos fenómenos conduce a la formación de una mezcla extraordinariamente variable, químicamente indefinible: el humus.

La composición del humus depende de la actividad bacteriana. Depende, pues, de todos los factores del medio que puedan influir sobre esta actividad: temperatura, luz, humedad, etc.,

En este complejo diverso, que es el humus, es posible señalar ciertos caracteres generales constantemente realizados: siempre contiene elementos coloidales, mal definidos, pero característicos, de tinte oscuro y muy higroscópicos: son los ácidos húmicos. También contiene los elementos orgánicos de la degradación protéica: amino ácidos, aminas y amidas, que serán objeto de un nuevo ataque microbiano. Ataque que caracteriza el proceso de amonización.

LA AMONIZACION. —

Efectuada por numerosas bacterias y hongos, se caracteriza por la puesta en libertad del amoníaco por **descarboxilación** de los ácidos aminados y desaminación de las aminas resultantes o desaminación directa del amino-ácido por un proceso de hidratación que conduce a la formación de un ácido orgánico; proceso de degradación, este último, que parece ser el más frecuente.

La amonización, lo mismo que la humificación requiere para producirse condiciones especiales de temperatura, humedad y de reacción iónica que no siempre se encuentran reunidas en el suelo; sobre todo esta última. En efecto, las bacterias que son los organismos que más intervienen en el proceso de ionización, exigen medios neutros o ligeramente alcalinos, de ahí que en las tierras ricas en calcio, la amonización sea más activa, en tanto que en los suelos ácidos privados de cal, la ulterior evolución del humus se. encuentra perturbada (suelos turbosos a predominio de vegetación muscínea).

Sobre el amoníaco así producido actúan las bacterias de la nitrificación, microorganismos nitrificadores autotrofos, señalados por primera vez por Winogradsky, que producen, unos: bacterias nitrosas, la nitrosación, es decir, la oxidación del amoníaco en ácido nitroso; y otras bacterias nítricas, la nitratación, es decir, la oxidación del ácido nitroso en ácido nítrico.

La actividad de estas bacterias nitrificantes exige, por el hecho de ser aerobias condiciones de aireación, humedad, temperatura y alcalinización del medio. Este proceso de nitrificación, al producir nitratos asimilables por los vegetales, cierra el ciclo del nitrógeno proteico.

Pero no es esta la única fuente nitrogenada que pueden utilizar los vegetales y que enriquece los suelos. Al lado de este nitrógeno de origen biológico, existe el nitrógeno que se encuentra en el aire atmosférico. Como fuente de nitrógeno la atmósfera contiene: a título de impurezas vapores amoniacales y, en épocas de tormentas vapores nitrosos y nítricos que resultan de la combinación del nitrógeno y del oxígeno en el aire húmedo, bajo la acción de las descargas eléctricas; pero, sobre todo, contiene nitrógeno libre. Más de las tres cuartas partes el volumen del aire atmosférico están formadas por nitrógeno. El aire atmosférico es la gran fuente del nitrógeno asimilable del suelo, y es la solidaridad funcional de los distintos organismos fisiológicos, la que la ha señalado al hombre desde muy temprano.

Los déficits sucesivos a que se ven sometidos los suelos, sea los de explotación ganadera, como los de explotación agrícola, son enjugados por el nitrógeno libre atmosférico. Esta lección que la Naturaleza le ha enseñado al hombre, costóle a éste largos años de estudio para desentrañarla en su íntimo mecanismo.

Fué Berthelot, primero, quien, en dosificaciones reiteradas del nitrógeno en suelos normales y en suelos esterilizados por el calentamiento a 120°, demostró la naturaleza bacteriana del fenómeno de aprovechamiento del nitrógeno libre del aire. Y fueron el bacteriólogo ruso Winogradsky y el sabio holandés Beijerinck los que determinaron cuáles eran las bacterias fijadoras.

Pero fueron sobre todo los trabajos experimentales de los agrónomos alemanes Hellriegel y Wilfrath los que señalaron la existencia de bacterias simbióticas, fijadoras de nitrógeno. Estas bacterias, que viven en simbiosis con las leguminosas señalan, al estudio de los técnicos,

el gran capítulo del enriquecimiento de los suelos por los cultivos rotativos.

Las experiencias de Hellriegel y Wilfrath así como el conocimiento de que la alternancia de cultivos —cuando incluye siembras de leguminosas —, enriquece el suelo, son hechos por demás conocidos para que sea necesario insistir sobre ellos.

Cabe, sin embargo, recordarlos para que, comprendida toda la importancia que el factor biológico tiene en la fertilidad de la tierra, no se dejen en manos del capricho, la ambición o la ignorancia las herramientas que, armas de trabajo, pueden convertirse en instrumentos de ruina si su uso no está sometido a una ajustada dirección técnica.

EL FACTOR BIOLOGICO EN LA CONSERVACION DEL MANTO UTIL. —

La vida que domina los problemas de la fertilidad de la tierra es, como queda señalado, sobre todo la microscópica vida del suelo, el factor biológico que interviene de manera preponderante en la conservación de su horizonte útil en la vida de superficie.

La vida vegetal que contribuye a retener la humedad, a mantener disgregado el terreno en un estado de imbibición parcial y que también contribuye mecánicamente a la desintegración del sub-suelo rocoso por penetración y fisuración que originan sus raíces, es factor principal en la conservación de la superficie laborable. La cubierta vegetal viva protege la superficie y conserva el manto fértil, porque al favorecer la absorción por el terreno de la máxima cantidad de agua reduce la que afluye a los cauces, y contribuye a canalizar, en las regiones en pendiente, los movimientos de las grandes concentraciones de agua.

El factor biológico —vida vegetal de superficie— adquiere, pues, en la conservación del "edaphos" una importancia de primer orden. Pero para que este factor sea realmente eficaz debe someterse a directivas técnicas que, si bien pueden agruparse en normas generales, deben, necesariamente, ajustarse a preceptos que varían con cada caso particular. Son estas directrices específicas, particularmente en su aplicación, que no pueden enunciarse, las que exigen, para toda obra de esta naturaleza, una dirección técnica especializada que en un meditado balance de las posibilidades, dé el consejo certero que haga eficaz la aplicación práctica de las normas adquiridas.

Desde luego, debe asegurarse la conservación de la vida de superficie y evitar o suprimir cuanto atente contra ella: pastoreo abusivo o inadecuado, pastoreo en los montes naturales que destruye el mantillo y el pocreo del monte, quemazones repetidas, y desforestación ambiciosa.

Pero no basta mantener la vida de superficie. Esta vida debe estar sujeta a un plan técnico racionalmente dirigido. En primer lugar, porque en los terrenos destinados a cultivos las siembras inadecuadas o agotantes que empobrecen el suelo, alteran su contextura y contribuyen a la desaparición del manto útil por los agentes climáticos agresivos; y en segundo lugar porque los métodos de la labranza que no respetan la fisiografía y los accidentes del terreno propician la erosión del suelo.

Por eso el factor biológico —vida de superficie— que propende a la conservación del horizonte fértil del suelo debe ser sabia y técnicamente dirigido. Dirigido para evitar las erosiones posibles o detener aquellas que ya están en marcha.

Evitar las erosiones posibles por el mantenimiento de CULTIVOS DE CUBIERTAS, periódicos —entre dos siembras— o permanentes, por la ROTACION DE CULTIVOS que, al par que influyen en la fertilidad del suelo, le dan mayor resistencia frente a la erosión, y por la SIEMBRA EN FAJAS que mantiene, en aquellas en que se conserva la cubierta vegetal natural la acción de consolidación de los pastos.

Detener las erosiones en producción por el cultivo de PLANTAS FIJADORAS DEL SUELO que actúan como agentes constructores y restauradores del manto útil en virtud de su arraigo a la superficie y su extensión en el suelo, o por la FORMACION DE TERRAZAS que, interrumpiendo las pendientes que propician la erosión han de originar una baja velocidad en el avenamiento de las aguas, lo que reducirá notablemente el acarreo de la cubierta fértil hacia el valle.

"Una nomenclatura para los suelos del Uruguay basada en la geología"

(Segunda contribución 1948)

p o r

Ing. Agr. Jorge Aznárez

Director de la Sección «Geología» del Instituto de Investigaciones Geográficas

Sobre este tema el Ing. Aznárez publicó un primer trabajo en la Revista de la Facultad de Agronomía, (Mayo, 1945. N° 40) referente especialmente a la zona NW. del país. El 14 de noviembre de 1946 pronunció en la Agrupación Universitaria una disertación sobre el mismo tema de la relación de los suelos con la roca subyacente. Esta conferencia integró el Ciclo organizado por I.P.I.M.I.G.E.O. (Instituto Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología. Sección Uruguaya).

El Instituto de Investigaciones Geográficas solicitó del Ing. Aznárez una disertación sobre el mismo tema, considerando su interés geográfico, para integrar su ciclo de disertaciones del año siguiente. Esta disertación tuvo lugar el 19 de septiembre de 1947 y como en la del I.P.I.M.I.G.E.O., se refirió a la totalidad del territorio del país, pasando revista a las formaciones geológicas fundamentales del territorio nacional.

Al organizarse la 4ª Semana Geográfica dedicada al "Suelo en el Uruguay" no fué posible contar con la colaboración del Ing. Aznárez por razones de orden familiar. El Instituto no ha querido, sin embargo, que su nombre dejase de figurar entre los investigadores del suelo, que desarrollaron los temas de esta Semana y ha pedido autorización a su autor para que este valioso trabajo inédito se incluyese en esta publicación, complementándola y enriqueciéndola.

PROLOGO

"Todas las maneras de escribir son buenas, con tal que lleven estilo propio y decir verdadero". - Emile de Girardin. (Rev. de la Asociación Rural del Uruguay. Tomo 1; Nº 1 - 1.871 - Dirección Domingo Ordoñana)

"No cabe la menor duda que al público en general, y aún a los propios profesionales, les resulta más impresionante y espectacular, la investigación de laboratorio propiamente dicha. Un laboratorio moderno, bien dotado del instrumental necesario como retortas, frascos con reactivos, buretas, microscopios, instalaciones fotométricas, etc., etc., impresiona indudablemente a cualquier visitante no familiarizado con los detalles de la investigación.

"En contraposición a una instalación tan aparatosa de un laboratorio, se presenta demasiado modesto e insignificante una simple libreta de apuntes que frecuentemente constituye el único "instrumento" visible de investigación que lleva consigo el excursionista al realizar viajes de estudio. Sin embargo, los ya aludidos "diarios de viajes" presentados por investigadores como Darwin y Larrañaga, etc., perduran lo mismo que algún trabajo de laboratorio que pudiera haberse realizado en la referida época que, casualmente fué, a la vez, la de los grandes descubrimientos de Liebig y su Escuela, tan importantes para resolver el problema de la nutrición vegetal." — (A. BOERGER).

"Anteriormente el investigador, para dar publicidad al resultado de sus reflexiones, no tenía tanta prisa como hoy. Es sintomático al respecto el caso de Newton que publicó sus "Principia" en 1687, o sea a 21 años de haber pensado por primera vez en la ley de la gravitación. Algo análogo cabe decir respecto a Darwin, quien demoró 20 años en dar a luz su obra capital sobre el origen de las especies, que cimentó para siempre su gloria como estrella de primera magnitud en el firmamento de las ciencias naturales. "Fué muy conveniente, así relata Darwin mismo en su auto biografía, retardar la publicación de 1839, época en que la teoría era clara para mí, a 1859 en que apareció.

Nada perdí con esta demora, porque me importaba poco que se atribuyese más originalidad a Wallace que a mí. Y es evidente que su ensayo contribuyó a la buena acogida de mi teoría."

"La rapidez vertiginosa con que en nuestra era se desenvuelve la investigación científica, ansiosa de descubrir hechos nuevos, no permitiría esperar tanto tiempo para proceder a la publicación de alguna idea nueva o hecho constatado, ya que mientras el panorama de las materias de especialización y aún del conjunto universal de la ciencia, habría cambiado fundamentalmente. Todo se desenvuelve hoy en día con tanta rapidez que el investigador correría riesgo de llegar tarde. Con toda razón, pues, existe la conocida rivalidad en presentar hechos nuevos para salvar la "prioridad" que tan poco le importara a Darwin." — (A. BOERGER).

El aprendizaje de la agro-geología, la dilucidación de sus problemas estratigráficos, el descubrimiento de perfiles que muestran la sucesión de las capas, como en los casos conocidos de edad relativa de las calizas del Queguay, respecto a las Capas de Fray-bentos, la edad de las areniscas del Noroeste del país, el hallazgo de "fósiles-guías", son cosas que solamente pueden conseguirse con viajes de exploración y observación.

Las relaciones entre las rocas y los suelos, con las aptitudes para tal o cual explotación, exigen acumulación de datos y observaciones en los mismos campos y la experiencia "adquirida" y observaciones del mismo hombre de trabajo rural.

Nadie sabe mejor que él, qué campos son buenos para criar, para invernar, en qué épocas hay que aliviarlos o recargarlos para que no haya pérdida de forraje o degradación del herbazal; qué clase de hacienda necesitan, raza, vacunos, u ovinos, qué plagas toman incremento en ciertas épocas, garrapatas o parásitos de los lanares, cómo resisten o no a las sequías, a las heladas, cómo se recobran al dejar de ararlos. Estos y otros mil datos más, no se obtienen fácilmente en poco tiempo, sino en largos períodos.

Por ello, la confección de mapas edafológicos o "Agrológicos" como se expresa tan frecuentemente, la creación de una cartografía nacional es labor que llevará tiempo y exigirá la colaboración de especialistas en las diversas ramas de la Agronomía.

Deberán completarse los mapas geológicos de todos los departamentos y luego, comenzando por aquellos en que haya más interés, pasar de los simples mapas de reconocimiento, a los de detalle, como examen de pasturas, topografía, economía.

Agrupando, como intentamos hacerlo en estos apuntes, en los principales tipos de grandes zonas del país, con idéntica formación rocosa que produce suelos de similares características, se habrá dado el primer paso, marcado el primer jalón.

Los suelos del Uruguay y sus relaciones con las formaciones geológicas

Corresponde, con la conferencia de hoy, cerrar el ciclo programado por la Dirección de IPIMIGEO, Sección Uruguaya, de disertaciones de divulgación, relacionadas con la acción que desarrolla esta institución.

Se comprenderá fácilmente la importancia del tema al recordar que toda la prosperidad de la nación, o, mejor dicho, el de su enorme mayoría, descansa sobre la producción de esos 20 ó 30 cm. de suelo que cubre el área de las 14.000.000 de Hás.

Careciendo de riquezas naturales en el subsuelo, no existe prácticamente la industria minera o extractiva, salvo algunas formas como arcillas, cales, caolín, tierras refractarias, piedras o areniscas para sillería, mármoles, cenizas, y algún otro producto, sin mayor importancia.

Igualmente, no tenemos la suerte, al menos hasta ahora, de explotar combustibles fósiles, a pesar de las tesoneras y continuadas búsquedas realizadas por nuestro Instituto Geológico, desde el comienzo del siglo hasta la actualidad, en que aún continúan, dirigidos por expertos y distinguidos' geólogos nacionales.

Tampoco poseemos bosques naturales de valor industrial o como combustibles, ni posee el Estado áreas de tierras fiscales donde hacer grandes plantaciones, caso bien distinto de nuestros países vecinos, que poseen ambas cosas a la vez, combustibles fósiles y montes y tierras fiscales extensísimas.

Nuestras únicas riquezas descansan, pues, en el agua de los ríos que riegan el país y que pueden aprovecharse como fuentes de energía hidroeléctrica, irrigación y navegación, y en la fertilidad de las praderas naturales y del suelo que las sustenta.

En estos últimos años, como es sabido, fueron estudiados los principales ríos del país, desde aquellos puntos de vista e igualmente parecen tomar incremento las plantaciones fiscales de árboles de valor, habiéndose dispuesto últimamente diversas expropiaciones, a cargo de una Comisión técnica nombrada al efecto.

Por estos antecedentes, se comprende fácilmente la importancia que tiene hoy día para el país el estudio de la EDAFOLOGIA y la CONSERVACION de los SUELOS.

La primera, ciencia nueva, que estudia el Suelo en su relación con el Clima y la Planta; y la segunda, responsable del mantenimiento de su integridad física y su fertilidad.

Se ve, pues, como nuestro tema debe ser más bien una INTRODUCCION al estudio, de las relaciones entre Geología y Suelos, dada la amplitud del mismo.

El estudio de nuestra Geología, que ya ha sido hecho, en esta misma tribuna por otros especialistas, en este mismo ciclo de conferencias del IPIMIGEO, llevaría, para hacerlo en detalle, como se comprende fácilmente varias conferencias.

Estando, por otra parte, la Geología del país tan ligada y relacionada a las de sus vecinos, Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia, sería necesario hacer referencia, aunque fuese someramente a las mismas.

Por ello, haremos una reseña rápida, con el perfil teórico actual, según nuestros conocimientos al día, tomados del mapa Geológico nacional, publicado hace bien pocos días por el Instituto Geológico del Uruguay.

Quienes se interesen en el tema pueden hallar descripciones completas sobre la Geología del país, a través de los Boletines de nuestro Instituto nombrado. En la monumental "Geología Argentina" de Anselmo Windhausen, en el notable estudio, recién publicado, "Geología del Brasil", de Oliveira Leonardos, y en la Geología de Bolivia, aparecida hace pocas semanas, publicada por el I. del Museo de La Plata, con un espléndido mapa Geológico.

Es conocida la Bibliografía Geológica del Uruguay, en cuya confección colaboramos, y donde se puede apreciar la larga lista de más de 300 títulos de publicaciones geológicas que se refieren al país.

No decimos nada de las 6 ó 7 bibliografías en el mismo sentido, publicadas en la República Argentina.

Todo esto, en lo que se refiere a la Geología del Uruguay. La Paleontología estratigráfica, en estos últimos años en el país, también tomó importancia por valiosos hallazgos y cuya reseña llevaría también mucho tiempo, siendo el doctor R. Méndez Alzola, quien aquí mismo nos describió una visión rápida, pero completa, del estado actual de nuestros conocimientos al respecto.

Todo esto, en lo que se refiere a Geología y Paleontología. Si entramos al tema principal de esta disertación, los SUELOS, veremos que no son menores las dificultades...

El que os habla, ha dedicado casi 20 años a observaciones en el campo, estudiando las relaciones entre fundamento Geológico y calidad de suelos, en casi todo el país. Fruto de los mismos, fué la publicación aparecida en mayo del corriente año, que consta de 140 páginas, cantidad de perfiles, y donde se ex-

plica el criterio adoptado para un esquema de ZONACION o TIPIFICACION o ESQUEMA de nuestros suelos, pudiendo decirse también, un intento o contribución a la CLASIFICACION Nacional de Suelos.

Para que se vea la vastedad del tema, debe decirse o citarse lo expresado por Niklas. Este autor se refiere a una publicación sobre Estudios de Suelos, una bibliografía, mejor dicho, preparatoria de otra más completa y que consta exactamente de 1.008 páginas, solamente de títulos de trabajos sobre el tema... Agrega que, otro tomo, consta de más de 200 páginas con títulos igualmente, pero de trabajos sobre análisis de Suelos.

Se ve, pues, que al engolfarse en un tema de tal vastedad, en el corto espacio que se hace disponer al disertante de 50 minutos, no es posible sino con la base de realizar una simple introducción al tema.

Las formaciones geológicas del Uruguay
Perfil teórico del mismo

Arqueozoico. —
Complejo arcaico.
(Con Gneiss, micacitas., etc., incluído el séquito filoniano y las rocas intrusivas anteriores a la Serie de Minas del Uruguay. Incluídas también las rocas intrusivas y los filones del final de los tiempos antecámbricos que penetraron en aquella Serie y contribuyeron a su metamorfismo).
DISCORDANCIA. —
Proterozoico. —
Serie de Minas del Uruguay. —
(Conjunto metamórfico plegado, con esquistos, cuarzitas, filitas, calizas marmóreas, interestratificada en parte con tofas, brechas volcánicas y rocas efusivas ácidas).
DISCORDANCIA. —
Serie de Aiguá. —
(Rocas efusivas ácidas de Arequita, Marmajará y Aiguá).
DISCORDANCIA. —
Paleozoico. —
Devónico Inferior. —
(Areniscas feldespáticas bastas, (a veces ferruginosas) y conglomerados, en la base (CARMEN), esquistos arcillosos de RINCON DE ALONSO con fauna marina en la parte media, Areniscas de LA PALOMA (Durazno), en la parte superior.
DISCORDANCIA. —
Eo-Gondwana. —
Carbonífero Superior. —
(Sucesión de depósitos glaciares y limo glaciares de ITARARE, en la base, cubiertos por las areniscas y los esquistos arcillosos a veces carbonosos de BONITO).
Permico inferior. —
Eo-Gondwana. —
(Estratos de Palermo con peces ganoides en la base. Esquistos de **IRATY** a veces bituminosos con restos de Mesosaurus y escamas de peces en la parte media. Estratos grises y verdosos de ESTRADA NOVA (Str.s) en la cima).
DISCORDANCIA. —
Mesozoico. —
Neo-Gondwana.
Triásico Superior. —
Depósitos arcillosos abigarrados y, cerca de la cima, camadas de areniscas con los moluscos (Therezina).
Areniscas rojas de BUENA VISTA (Río do Rasto) blandas y friables, a veces de estratificación diagonal con interposiciones delgadas de arcilla rojo-ladrillo).
DISCORDANCIA. —
Areniscas de Tacuarembó (str.s.) de tonos claros, amarillentas, o rosados, por lo general blandas pero a veces compactas y duras. Restos de peces ganoides (Lepidotus y Gastrópodos).
Retico - Liasico. —
ROCAS efusivas de SERRA GERAL. en una sucesión de napas (Magna andesitido-porfiríticas).
DISCORDANCIA. —
Cretácico Superior. —
(Areniscas arcillosos rojas de GUICHON (con Uruguaysuchus Aznarezi) en la base. Areniscas de MERCEDES bastas y conglomeráticas, a veces calcáreas, en la parte media. Areniscas con DINOSAURIOS, a veces ferrificadas, en la cima (Areniscas de PALACIO).
DISCORDANCIA. —
Cenozoico. —
Eoceno (?)
Calizas de QUEGUAY, blancas, con gastrópodos, generalmente silicificadas, a veces, intensamente.
Mioceno-Plioceno. —
(Estratos de FRAY BENTOS, con limos arenosos rojizos, recubiertos, a veces por los depósitos con moluscos, de la transgresión entrerriana. En Salto las arenas rojas y las areniscas conglomerádicas).
Antropozoico. —
Pampeano y post pampeano. —
(Limos parduzcos con restos de mamíferos fósiles. Incluídos los depósitos de la transgresión querandina, las arcillas yesíferas de Bellaco, las dunas fijas y los depósitos aluvionarios y eolícos recientes).
Rocas MAGMATICAS intrusivas y efusivas, de edad indeterminada (anteliásicas).

Quedan en pie, aún, problemas para dilucidar en nuestra Geología y en lo que se refiere a su relación

con los Suelos, las formaciones más modernas, como los Estratos de Fray Bentos y el Limo Pampeano, no se sabe exactamente cuantos pisos y la edad de los mismos, pueden determinarse en el país.

Debemos relacionarnos y profundizar el estudio comparativo con iguales formaciones de la vecina Argentina.

Conservando el criterio de que la enseñanza de la Geología debe realizarse en el mismo campo o terreno, en presencia de perfiles bien didácticos e ilustrativos, y ampliando la serie de los mismos que hemos incluído en nuestro anterior trabajo sobre nomenclatura de Suelos, agregamos algunos, tomados del departamento de Soriano y en que se incluyen nuevos pisos, recién designados, en Bol. adjunto al mapa de Soriaño. — Bol. 32.

Soriano consta del siguiente perfil:

Arcaico y Precámbrico. —
a) Gneisess.
b) Rocas metamórficas de la Serie de Minas del Uruguay.
c) Granito.

Paleozoico. —
d) Gondwana Inferior (Itararé).

Mesozoico. —
e) Gondwana Superior (Serra Geral).
f) Cretácico Superior.
f1) Areniscas de Mercedes.
f2) Areniscas con Dinosaurios.

Cenozoico. —
g) Terciario.
g1) Calizas del Queguay.
g2) Capas de Fray Bentos.
h) La formación Pampeana.
i) Depósitos Post-Pampeanos.

ITARARE. - CRISTALINO. — Paso del Palmar, Paso del Puerto del Río Negro, (Depósitos fluvio glaciares, base de la Formación de Gondwana, Afloramiento más meridional del país de esta formación.

SERRA GERAL. - ITARARE. — Paso del Palmar, Arroyo Tala, Río Negro.

CRETACICO. - CRISTALINO. — Bequeló, Cololó.

TERCIARIO. - GRETACICO. — Vera, Perico Flaco, Paso Correntino, Arroyo Corto.

CRETACICO. - CRISTALINO. — Cuenca del San Salvador.

CAPA DE FRAY BENTOS. - CRISTALINO. — San Salvador, Arroyo Grande.

CAPAS DE FRAY BENTOS. - CRETACICO. — Arroyo Grande.

CRETACICO SUPERIOR. - ROCAS METAMORCAS de la SERIE DE MINAS DEL URUGUAY. — Paso de Lugo. (La sup. de las rocas metamórficas tiene depositada una capa irregular de sílice (calcedonia).

..DIQUES BASICOS. - ROCAS METAMORFICAS de la SERIE DE MINAS DEL URUQUAY. — Paso Lugo del Arroyo Grande. (Los diques básicos han atravesado las rocas de la Serie de Minas del Uruguay).

DIQUES BASALTICOS.-GRANITOS. — Paso Perseverano del San Salvador. (Los diques atraviesan los granitos).

ALUVIONES MODERNOS. - ITARARE. — Cruce camino a Paso Navarro.

ARENISCAS CON DINOSAURIOS. - ARENISCAS DE MERCEDES (antes areniscas conglomerádicas superiores). — Ascencio, Arroyo Pelado, Estancia Ferrería, Cerro de los Claveles.

ARENISCAS CON DINOSAUROS. CRISTALINO.

QUERANDINENSE. - ARENISCAS DE MERCEDES. — Perforación margen derecha Río Negro, frente a la ciudad de Mercedes.

..**ARENISCAS DE MERCEDES.** - CRISTALINO. Paso de las Piedras del río San Salvador. Arroyo del Aguila.

Areniscas de Palacio.
Areniscas con Dinosauros (potencia 40 mts).
Areniscas de Mercedes (potencia 100 mts).
Areniscas inferiores (Uruguayasuchus Aznarezi). No se encuentran ni en afloramientos ni perforaciones en Soriano).

CAPAS DE FRAY BENTOS. —

CALIZAS DEL QUEGUAY. — ARENISCAS DEL PALACIO. — Perfil típico, único que muestra la sucesión de estas tres formaciones. Margen izquierdo arroyo del Aguila, cruce camino secundario, punto M. del mapa de M. Serra (depto. de Soriano).

CALIZAS DEL QUEGUAY. — CRETACICO. — Cololó, Paso Zapata, Estancia Ferrería.

CALIZAS DEL URUGUAY. - CRISTALINO. — Paso Los Molles del Bequeló, Arroyo Maciel, Cañada Los Cerrillos.

ARENISCAS DE PALACIO. - GNEISS. — (Con cantos y trozos angulosos).

CALIZAS DEL QUEGUAY. - ARENISCAS PALACIO. — (Con cantos de rocas cristalinas y trozos de A. de Palacio). (Cañada La Laguna).

CALIZAS DEL QUEGUAY. - (CARNEOLITA) - CRISTALINO. — Notables por la intensa silicificación, pura Carneolita. Caminos a D. del Puerto y Paso Navarro. Bifurcación.

TRANSGRESION ENTRERRIANA (plioceno inf). CAPAS DE FRAY BENTOS (Mioceno sup.)? — Nueva Palmira, Colonia (Potencia 73 mts).

CAPAS DE FRAY BENTOS. A. DE PALACIO (Cretácicas). — Arroyos Bequeló y Cabelludo.

CAPAS DE FRAY BENTOS. - CALIZAS DEL QUEGUAY. — Arroyo del Aguila.

CAPAS DE FRAY BENTOS. - ARENISCAS CRETACICAS (con cantos rodados de areniscas) (tipo conglomerádico). — Paso Burgues del Arroyo Cololó.

.."Capas de Fray Bentos: Limos ligeramente arenonosos, de coloración parduzco, rojiza clara, variablemente carbonatados, que contienen concreciones y lentes de calizas pardo-rojizas duras y cenizas volcánicas. — M. Serra."

LIMO PAMPEANO. - SERRA GERAL. (Con Banco de cenizas). — Valle del Arroyo Tala.

PAMPEANO. - CAPAS DE FRAY BENTOS. — Paso del Membrillo.

PAMPEANO. - CRISTALINO (con cenizas volcánicas). — Area del F. Cristalino).

QUERANDINO. - CRETACICO (16 mts. potencia). Perf. margen derecha frente Mercedes.

QUERANDINO. - PAMPEANO. — Agraciada.

QUERANDINO. - C. DE FRAY BENTOS (con Erodona mactroides, Mactra isabeleana). — Próximo Playa Agraciada, Colonia, Casa Blanca del departamento de Soriano.

Criterios de clasificación de los suelos

ROSENGURTT, el distinguido investigador que ha estudiado en sus 1-4 contribuciones la flora vernacular del país, con deducciones prácticas, ha dicho en su último trabajo:

"La estructura del suelo determinada por agro y geólogos, permite preveer caracteres de los diferentes campos.

CAMPOS. — Se consideran siguiendo al mismo autor, a las lomas y laderas de suelo mediano o con insignificante cantidad de piedra, arena o árboles, etc., y donde las aguas no se estancan.

Están poblados por plantas campestres y faltan las especies argenses silvestres, ruprestes, huliginosas, halofilas, psamofilas, antropofilas, etc.

FYNN, por su parte, refiriéndose a los factores influyentes en la elección de un sistema o clasificación nacional de Suelos, dice:

"El material madre o yacimiento Geológico, se destaca en nuestro caso en una forma prominente.

Se ha comentado ya con cierta extensión los trabajos realizados por geólogos extranjeros y nacionales que ponen de relieve la diversidad de formaciones que cubren nuestro territorio y la influencia que la simple observación ha podido constatar en los suelos originados.

Es por tal razón, sin necesidad de mayores análisis que debe ser considerado como fundamental en la génesis de nuestro suelo y en la diferenciación a los efectos de la tipificación."

Más adelante, continúa:

"De estas breves consideraciones se destacan netamente dos hechos fundamentales: la importancia indiscutible que para nuestras condiciones locales tiene el material madre, lo que lo sindica como un factor indispensable en cualquier esquema de clasificación, y la necesidad de complementar la información geológica adaptándola al criterio pedológico, que debe primar en el sistema a adoptar.

Esa adaptación es necesaria debido a que el criterio para la clasificación geológica y pedológica difieren fundamentalmente. El primero tiende a agrupar los diversos terrenos, principalmente según su edad geológica, prescindiendo en cierta forma de la clase de materiales que lo constituyen, mientras que el segundo, le da total importancia a este último."

"El substrato geológico comunica, en gran número de casos, caracteres específicos a los suelos que de él se deriven. De ahí es que existen varias clasificaciones basadas en las formaciones geológicas originales."

"Polynov acepta que los grandes grupos de suelos son de índole climática, pero considera que cada uno de ellos se constituye en varias unidades petrográficas."

Antes de entrar al tema de la cartografía nacional o mapas edafológicos con la base de la geología, diremos algo sobre las diversas clasificaciones empleadas en otros países por diversos investigadores.

Los grandes grupos de Suelos rusos, relacionados con el clima, se explican, como es sabido, por las características de aquel país. Enormes áreas y llanuras, monotonizadas, en su topografía, y con un origen geológico, la uniforme capa de loess, hace que el clima sea el factor variable y creador.

Las tierras que descansan sobre idéntica formación geológica, tienen parecidas o idénticas cualidades en igualdad de clima y altitud.

Así, para nuestro país, los sistemas basados únicamente en el clima (sistema ruso) no pueden ser aplicados.

Los términos empleados por Glinka — Chernozen — Bosques esteparios — Podsoles — Tundras — Suelos castaños áridos — Suelos esteparios, etc., varían en la clasificación rusa, con los factores climáticos, lluvias y temperatura y ubicación.

MEYER, usando la misma terminología rusa, trató de modificar confeccionando una lista de valores anuales climáticos que tampoco sirven para nuestro país. (Desiertos y estepas desérticas — Región mediterránea — Suelos Chesnut — Chernozem — Tierras castañas — Regiones atlánticas — Cálida, etc.).

JENNY trató el sistema de cocientes de MEYER, comparando así los de Europa con los de Estados Unidos pero igualmente sin aplicación.

THORNTHWAITE creó otra clasificación con base climática que, como la de VILENSKY, tampoco es para nuestro clima del Uruguay, pues lo relaciona siempre con Rusia, donde, como se ha visto, predominan las clasificaciones tipificantes a base del CLIMA.

Descartados los sistemas basados en el CLIMA, se ha buscado el hacerlo basado en la Roca o material Madre.

POLINOV, ha hecho la clasificación conocida de Rocas Igneas y Esquistos cristalinos.

Rocas de Transición y Rocas Sedimentarias.

Cada división está, a su vez, desglosada en diversos tipos de rocas.

SHAW creó un sistema adaptable a California (de clima árido) y en el que la roca madre tiene principal papel.

Cómo expresa FYNN:

"La primera división u orden de su sistema, recae en la Naturaleza de la masa del suelo, es decir, si es mineral u orgánica. Los suelos minerales los divide a su vez en primarios (residuales) y secundarios (transportados). Luego la "clase" depende de la tendencia de la reacción del "Solum", es decir, se les divide en pedalfers y pedocales, recordando en este aspecto a la clasificación adoptada oficialmente en Estados Unidos."

La división, sin entrar en detalles que pueden ser hallados en la obra original es:

División Sialítica - División Sinalítica - División arenalítica — División Calcilítica — División Heterolítica.

Las clasificaciones de Marbut, Kellog, Milne, Shaw, son referidas a los suelos norteamericanos en especial y con la base de topografía-relieve, edad.

Observada la Clasificación Oficial de los Suelos en los Estados Unidos, muestra en seguida que no puede aplicarse el mismo criterio o base a nuestro país.

La clasificación de DE SIGMOND, basada en la materia orgánica, es interesante, pero igualmente es muy complicada y susceptible de modificaciones y simplificaciones.

Entre los factores influyentes para una clasificación de nuestros suelos tenemos los siguientes que se

analizan en importancia o aplicación a nuestro caso.

CLIMA. — El factor temperatura no puede haber tenido influencia preponderante, dada las pequeñas diferencias existentes en el pequeño país. Las lluvias muestran una diferencia entre Sur, Norte y Este, pero, el no existir en el país una cubierta uniforme y si, formaciones geológicas bien distintas, como se verá más adelante, hace perder importancia a este factor.

FACTOR BIOLOGICO. — La estepa uruguaya (paisaje uniforme estepario) puede considerarse uniforme para nuestra área nacional.

RELIEVE. — Examinada en maquette, el relieve del suelo uruguayo, como ha sido confeccionado últimamente, permite observar lo poco apreciable de nuestras alturas, exceptuadas determinadas pequeñas áreas. Si bien el país es sumamente quebrado, lo que aparece nítido en los mapas hidrográficos, y en los planes de Obras Públicas que exigen, como tal vez en ningún otro país, tantas obras de arte, puentes y calzadas, las innumerables corrientes de agua, de todo volumen, muestran ellos mismos la variación en el relieve y pendientes del territorio.

Lo ondulado del suelo es lo que hace la gran variación en calidad de campos, pues, el lavado, por el régimen torrencial e irregular de lluvias, efectúa grandes arrastres y modificaciones en el espesor de los suelos entre diversas curvas de nivel.

MATERIAL MADRE. — Es este, a nuestro modo de ver, el factor más importante y destacado para una clasificación —tipificación de los suelos y con ellos de base material para la cartografía de nuestros suelos y mapa edafológico.

En cuanto a las innumerables clasificaciones, algunas de las cuales se han citado rápidamente, basadas en los investigadores rusos y norteamericanos y basados principalmente en el factor clima o mezcla de factores pero con predominancia de aquél, debemos dejarlos, por el momento al menos, de lado, hasta que el progreso de estos estudios en el país, permita relacionarlos, si ello es posible.

Sería esto conveniente para comparación con idénticos estudios y aprovechar conclusiones ya maduradas y experimentadas. No creemos, sin embargo, ello sea muy posible.

Entendemos, en cambio, y así lo haremos, aunque proponemos un sistema nacional "provisorio" basado puramente en la Geología, el relacionarnos con trabajos similares realizados en el Estado de Río Grande del Sur.

El Profesor Gaspar Dilermando Ochoa, profesor de Geología, ha dividido su Estado en varias zonas, geográficas y edafológicas, basadas en las formaciones geológicas y forma de explotación, que son bien parecidas, como se sabe, a las de nuestro país.

En cambio, la Argentina, (parecida a Rusia en este sentido), no puede compararse tan bien como el vecino citado estado de Río Grande del Sur.

Sus extensas pampas, lisas, uniformes y monótonas, cubiertas por una carpeta pareja de limo pampeano, en sus provincias de Buenos Aires, (ésta sola más extensa que todo nuestro país), la Pampa, Santa Fe, Entre Ríos y Corrientes, el factor clima, allí sí tiene influencia en la formación de sus suelos (seco, por ejemplo, como Santiago del Estero).

Vemos el trabajo del profesor Ochoa. Luego de las "palabras justificativas del comienzo del trabajo "Divisao regional das terras do Estado do Río Grande do Sul" que comentaremos, tesis presentada al II Congreso Ríograndense de Agronomía, le siguen los siguientes capítulos, citando al comenzar, las palabras de SETZER, agrónomo de Campinas, Sao Paulo:

"A UNIDADE AGRO-GEOGRAFICA e constituída do conjunto de solos da mesma topografía, originados das mesmas formacoes petrograficas, con a mesma historia geológica e subordinados a valores climaticos identicos."

Si hacemos notar otra vez, la influencia del hombre, sistemas de trabajo de los campos, acción de los animales, etc. en los cambios de floras, una confirmación bien clara se expresa al recalcar sobre los paisajes y formaciones vegetales del Brasil:

"Não exprimen paisagens fixas, sendo apenas estagios de una evolução que se sucede rápidamente —no mesmo solo a MATA se torna CAPOEIRA, esta vira CERRADO, que, por sua vez se torna CAMPO segundo ao grau de exploração."

Tal lo que Ochoa transcribe del profesor geógrafo de San Paulo, Pierre Deffontaines:

Por otro lado agrega, la extrema inestabilidad de las explotaciones rurales, que se procesan en ondas. "Hace un siglo era el ganado, le siguió el azúcar, después el café y ahora el algodón.".

Y continúa de este modo Deffontaines:

"Las divisiones naturales están todavía aquí, totalmente en la infancia. A falta de otra mejor, adóptase una división arbitraria creada por las compañías ferrocarrileras, y háblase corrientemente de la Zona Central, de la Paulista, de Sorocabana, del Noreste, fajas de territorio que cubren regiones las más diversas y que no pueden, absolutamente, hacer las veces de divisiones naturales."

Para corregir esta deficiencia, continúa Ochoa, el ilustre profesor propone y justifica la división de San Paulo en 4 zonas, a saber:

1º — Litoral - Subdividido en 2 regiones.
2º — Planalto - con rocas cristalinas, en 4 regiones.
3º — Depresión Central - con sedimentos del Permiano - subdividida en Norte, Centro y Sur.
4º — Oeste con rocas efusivas (de derrame) Diabasa y Gres, incluyendo varias regiones donde están los mejores cultivos del Estado.

En el capítulo segundo de la primera parte, Ochoa se refiere a "Breves nociones sobre la colonización de Río Grande del Sur" haciendo notar que, contrariamente a lo que dice Deffontaines sobre San Paulo, de que "os bovinos afugentarem o homen" en Río Grande, este fenómeno se presentó todavía, al contrario, "o seu povoamento foi, por assim diser, imposto pelo gado".

Llama la atención y es digno de hacer notar en estos momentos en que hemos debido importar trigo de los Estados Unidos de América, que en el año 1737 existían en el sudeste de Río Grande, extensos trigales que producían granos para alimentar el comercio de exportación de algunos molinos locales."

Como es sabido, luego, la aparición del polvillo o puccineas, terminó con el próspero cultivo de trigo, para reiniciarse estos últimos años, en base a variedades resistentes, obtenidas, en primer lugar, en la Estación Experimental Fitotécnica de Bagé, que dirige el genetista Beckman.

El régimen adoptado por el Estado de subdivisión de las tierras en pequeñas propiedades, en ciertas zonas, la inmigración alemana sobre la Guayra, la italiana que pobló las tierras de la faja forestal del nordeste del Planalto, a lo que se alió, aunque en

pequeña parte, la infiltración de sangre negra, estos elementos todos acabaron por infiltrarse por todo el territorio e influir decisivamente sobre el paisaje circundante.

Esta orientación, sin embargo, no predominó sino en ciertas zonas. A ella debe Río Grande en parte el equilibrio social y económico que disfruta.

En las áreas donde prevalece la pequeña propiedad, son denominadas AGRICOLAS o colonias; en cuanto a las otras, latifundios, son zonas PASTORILES o de criación de ganado. Las primeras están situadas en la zona de forestas, en cambio las otras, en tierras de CAMPOS.

Continúa luego el capítulo sobre Sinopsis Fisiográfica del Estado.

Una diagonal por el paralelo 30, Municipio de Cachoeira, divide el Estado en dos partes principales: La del Norte, en un antiplano, ostentando espléndida formación forestal, al lado de campiñas y valles profundos. Es la región conocida como "CIMA DA SERRA".

La fracción Sur, presenta menos altura en relación al nivel del mar, a pesar de ser bastante montañosa y quebrada en ciertos lugares; es la llamada "REGION PASTORIL", formada por terrenos ondulados y vastas planicies cubiertas de un tapiz magnífico de vegetación de cesped bajo. Estas dos regiones, continúa, no son adyacentes. Entre ellas existe una larga faja de terrenos poco elevados, sensiblemente planos e inclinados para el oriente. Es una zona bien irrigada cubierta de vegetación mixta.

El curso inferior de cada uno de los ríos, Jacui, Taquarí, Sinos y Cai, concurren para la formación del mayor sistema hidrográfico del Estado, que está alojado en esa faja deprimida entre los bordes del altiplano al norte y las estribaciones de la Serra do Mar al sur. Por este motivo se llama por los geólogos DEPRESION CENTRAL.

La zona Este de Río Grande es ocupada por el LITORAL del Océano Atlántico. La línea de la playa sufre apenas una inflexión al extremo Norte (Torres) y una entrada al Sur, para el único puerto marítimo del Estado: Río Grande.

Es una región baja, uniforme, salpicada de dunas arenosas (que conocen bien los uruguayos que han hecho el viaje en auto, por la costa hasta Río Grande) y cortada por una serie de lagunas, dos de las cuales, la Merim y de los Patos son verdaderos mares interiores.

Sigue a este capítulo el titulado "Aspectos climatéricos", que el interesado podrá estudiar en el texto original. Sólo diremos al pasar, algunos párrafos relacionados directamente con nuestro país.

"Durante los meses calientes, de diciembre a marzo, más o menos, los CAMPOS de la región PASTORIL y los del LITORAL quedan sujetos al régimen de lluvias inferiores a los valores de evaporación. Este hecho provoca estiajes prolongados y la muerte de forrajeras finas. En los pastoreos naturales, el fenómeno se traduce por la penuria temporaria.

Las zonas de mayor luminosidad solar están comprendidas entre el extremo inferior (Sur) de la región pastoril, valle del Uruguay y parte del cuadrante occidental del altiplano."

Es interesante, por lo que puede aplicarse al Uruguay, lo que agrega y hace resaltar el profesor G. Ochoa, en este capítulo ASPECTOS CLIMATERICOS.

Se hace notar expresamente que el clima —temperatura— soporta en la zona litoral, mucho menor cantidad de heladas y bajas temperaturas que la zona CIMA DA SERRA con 32 heladas frente al Litoral con 10.

Es decir, alejándose de las masas de agua, el clima se torna más continental. Y es exactamente lo que sucede en nuestro país. En Artigas caen en promedio 36 heladas al año, con un máximo de 52 mínimas, estos últimos años que todos recordarán, de hasta 8 y 10º grados bajo el cero.

En los primeros días de mayo, ya, en Bella Unión, registramos estos últimos años heladas que quemaban girasol, papas y caña de azúcar.

El Planalto brasilero, relacionado con el altiplano de Haedo uruguayo, toda la gran área de lavas volcánicas del Serra Geral, que se continúan tapándoles prácticamente, los departamentos de Artigas, Salto y gran parte de Paysandú, serían los responsables de esas bajas temperaturas, confirmables, puede ser, en que Paso de los Toros, sobre las mismas lavas, sea la región más fría del país en su época.

Esto explica porque la única industria azucarera riograndense se encuentra en Santa Marta, al Norte de Porto Alegre, sobre el Litoral, donde hiela muy poco o casi nada.

En el país, es bien sabido que la costa de nuestro litoral, Rocha, Maldonado, es muchísimo menos fría que las zonas citadas, litorales norteñas.

Es lógico pensar, pues, la zona elegida para los cultivos de caña de azúcar, Artigas y Salto, en los años heladores, como son casi todos con esa cantidad de heladas anuales, la caña se helará, descomponiéndose, bajando su valor para su tratamiento industrial.

Los hechos, por otra parte, en estos últimos años, así lo han comprobado terminantemente, lo que, por otra parte, pudimos observar personalmente en los cultivos experimentales nuestros de Artigas, Salto y Paysandú.

Sigue a la reseña de la tesis del profesor Ochoa el capítulo "FACTORES HIDROGRAFICOS". Por lo extenso y ser relacionado directamente a aquel estado, aunque algunos ríos nuestros que nacen en el Brasil, son allí considerados, enviamos al lector, al original.

Siguen en su orden los dos últimos capítulos de la parte: "Aspectos Geológicos" e "Indicaciones Ecológicas".

Hace aquí, en lo relacionado con ASPECTOS GEOLOGICOS, consideraciones muy interesantes por ser nuestras formaciones apéndice, puede decirse, de otras formaciones y grupos del Brasil.

Las tierras bajas del centro de Río Grande, expresa, quedan limitadas al sur por el complejo cristalino arcaico.

Es la formación granítico-gneissica predominante en la SERRA DO MAR y sus ramificaciones.

Desde los ríos Santa María al Este y Jacui al Sur, predominan estas rocas, que son acompañadas por todas partes por calcáreos, compactos, granitoides y sacaroides. Los macizos de Capapava - Encruzilhada, Tapes, Santa Celia, Sierra de Asperezas, etc., dan un aspecto muy homogéneo al relieve de la región.

En la bacia del Guaiba y Camaquam hay abundantes depósitos del Paleozoico. Estas formaciones también se notan en otros puntos, en el valle del Río Negro cerca de Bagé.

EL COMPLEXO BRASILEIRO, según la denomi-

nación que le dió Branner, comprende ¾ partes de los cuadrantes inferiores del Estado.

Las rocas del COMPLEXO son ácidas, filitas, en su mayoría, o magna silico-potásico. Son todas granitizadas y relacionadas con la Serie de San Roque. Para el Norte de la bacia de Camaquam, las formaciones del macizo granítico sufren gran erosión, no presentándose filitas, tan comunes en los terrenos del lado opuesto.

Los granitos contienen abundante apatita incluída en el cuarzo. Las variaciones en el granito son debidas a aspectos diversos de cristalización del mismo magma (igual que en el Uruguay). Vulgarmente son distinguidos por el color y dimensiones de sus granos.

La descomposición de estas rocas produce terrenos en general, rojos (vermelhos), constituídos por una mezcla de arcilla con arena grosera, casi toda cuarzosa y feldespática con algunas concreciones ferruginosas.

Parecido a nuestro país, en Río Grande el límite oriental de estas formaciones (al sur) hay una faja estrecha de aluviones cuaternarios, tanto de origen de agua dulce como salada. A esos depósitos tributarios del macizo primitivo granito-gneissico, se agregan las arenas de las dunas de origen marino que domina en el paisaje litoral.

Los terrenos de la faja central del Estado, pertenecen casi exclusivamente al Sistema de Santa Catharina, teniendo representantes de las Series de S. Bento-Passa Dois y Tubarao. Las formaciones más abundantes son las arcillas y areniscas triásicas de la Serie de Botucatu.

Los depósitos permicos son también relativamente abundantes. El grupo Iraty acompaña al curso del Jacui y sus tributarios.

Las areniscas y las rocas basálticas dispuestas en capas y diques forman el aspecto más saliente de la región. En el "Valle alto" del Uruguay, como en el morro de Erval Grande al NO de B. V. de Erechim, se encuentra gris claro, ceniciento o amarillento —probablemente del Cretáceo de la serie de Bauru—; en cuanto al "Valle bajo" y por todo el Planalto aparecen más frecuentemente la arenisca de Botucatu.

Y por ser muy interesante para nuestro país (R. O. U.), hacemos recalcar:

"Las planicies que caracterizan los campos de Uruguayana —Alegrete y Quarai— (bien próxima a la frontera uruguaya) aparecen depósitos de gres claro metamórfico, gres rojizo, gres con cemento glauconico y rocas trapenas."

"Lo que da un valor especial a todos estos terrenos, es sin duda, el derrame del magma basáltico, cuya actividad eruptiva asumió su mayor potencia en el sistema cretácico, visto que las lavas atraviesan frecuentemente las camadas arenosas del triásico."

El autor entra aquí en consideraciones de edad de las lavas, y si es que se refiere a las coladas lávicas de Serra Geral, iguales a las del Uruguay, serían tal como se acepta, hoy, Eo-Urásicas y no Cretácicas.

Es interesante la referencia al Cretácico en Río Grande del Sur, atribuído a la Serie de Bauru. En la franja limítrofe de la R. O. del Uruguay con Brasil, no se ha indicado hasta ahora y muy probablemente no existe, el Cretácico limitado al Oeste hasta el río Daymán y al Sur Oeste y Sur.

Por último, finalizando el capítulo 1º se citan las 8 divisiones sobre la distribución Ecológica Riograndense que forman el capítulo **Indicaciones Ecológicas.** Ellas son:

1º) Subhigrofícia: 2º) Subxerofícia; 3º Mesoxerofícia —campos de las regiones CAMPANHA y FRONTEIRA— que se relacionan directamente con el Uruguay; 4º) Psicrofícia; 5º) Psamofícia; 6º) Limnofícia; 7º Halchidrofícia; 8º) Oxhidrofícia.

Entramos en la SEGUNDA PARTE del trabajo del Ing. G. OCHOA.

El autor descarta el criterio Fisiológico, para la división del Estado en Unidades Agro-Geológicas, lo mismo que elimina el concepto de fenomenología agrológica. Los factores endo y ectodinámicos, factores petrográficos y climáticos, deben ser tenidos siempre en cuenta, antes que los factores o análisis simples de producción por clases y tipos obtenidos de frutos.

Se hace notar, especialmente, que las diferencias petrográficas no son las mismas para todos los lugares. En extensas regiones geográficas como Rusia, los edafologos están de acuerdo en considerar preponderantes los valores climáticos.

Con esto llegamos al "CRITERIO ZONAL Y GEOLOGICO".

"La verificación de las diferencias apuntadas, así se expresa OCHOA, crearon dos corrientes: la de las zonamientos, o sean los que exageran las condiciones externas, como los factores climáticos, y la de los endodinamistas que exaltan los valores geo-petrográficos.

Entre estos extremos está el concepto de perfil, como unidad agro-geológica, o, mejor definido, "Unidad edafológica."

Concepto de Cadenas. — La reunión de perfiles en series, según el aspecto topográfico de la zona, llevó a MILNE a establecer una unidad superior: la CADENA que encierra todas las formaciones agro-geológicas posibles, teniendo un origen y evolución comunes.

Este concepto, aceptado actualmente en el servicio de Suelos de San Paulo, satisface enteramente tanto los puntos de vista edafológicos como del administrador por su ejecución rápida y económica."

Criterio adoptado. — Sigue así OCHOA: En la imposibilidad de conseguir los elementos informativos que la determinación de las CADENAS proveerá, nos queda la alternativa de esperar estos datos (caso del Uruguay) o de aceptar un criterio adaptado a las actuales condiciones de estos estudios en Río Grande del Sur. La segunda hipótesis es más simpática.

Por lo tanto, la división propuesta será:

I. — CIMA DA SERRA, con área de 137.000 Km².
  a) Valle del Uruguay, una faja semicircular a Oeste.
  b) Planalto, larga zona intermedia al centro.
  c) Colonial, zona fría y alta al Este.

II. — REGION PASTORIL, con área de 57.000 Km².
  a) Frontera del Sudoeste, zona baja de clima continental a Sudoeste (franja de Uruguayana Quaraí, Livramento y casi Bagé) con la R. O. U.
  b) Campanha, zona de suelos del arcaico, a Sudoeste.

III. — CENTRO, zona de la Depresión Central, área 54.000 Km².

IV. — LITORAL, zona de Litoral, área 37.000 Km².

Para terminar, pudiendo luego relacionar ciertas zonas con el Uruguay y con el esquema de Zona-

miento que hemos adoptado en este trabajo, transcribimos en líneas generales la

DESCRIPCION SINOPTICA DE LAS REGIONES Y SUS ZONAS SEGUN OCHOA

I.) CIMA DA SERRA. —

Geológicamente es una zona de estructura mesozoica, cuyo sistema más importante viene a ser el triásico, representado petrográficamente por la arenisca de serie de S. Bento, y la capa eruptiva del derrame diabásico. Es la región característica de las rocas trapeanas (Trapp) de las grandes elevaciones, los valles profundos, los ríos correntosos y la foresta ríograndense.

Cada una de estas 3 zonas tiene un clima climático propio.

Es una faja de transición entre el campo y el bosque. Vegetación Subxeroficia en la parte campestre y subhidroficia en la parte de forestas.

II.) REGION PASTORIL. —

a) Frontera del Sudoeste.
b) Campaña a Sudeste.

La primera, que pertenece geológicamente al altiplano, pues sus terrenos son triásicos, queda en el extremo Sudoeste, siendo cubierta por magnífica vegetación pratense. Sujeta a una gran insolación, con veranos muy calientes y lluvias relativamente pequeñas, es zona de gran evaporación, subordinada a formación de suelos rasos propios para la mantención del "graminetum" de cesped bajo. Es la zona ríograndense de los mejores campos y donde abriga la mayor crianza ovina y el más perfeccionado stock bovino."

Véase el mapa para relacionar con la R. O. del U:

LA CAMPAÑA (CAMPANHA), que es también excelente zona de crianzas, tiene como base el macizo granítico de Serra do Mar y sus ramificaciones (véase mapa y relaciónese con Uruguay, Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha frente a Bagé.

Es la región de las rocas primitivas granitizadas que forman el Complejo Cristalino de J. Branner —o "Complejo brasilero", según el mismo— tal su notable extensión de Bahía a Porto Alegre y Sur.

Presenta topografía irregular, con campos muy quebrados, bosques en galería y "Associetas: gramineae-bacharis-mirtaccae."

Los suelos con fértiles, relativamente profundos.—

A esta condición alíase un complejo climático favorable para el cultivo y desarrollo de los cereales y forrajeras nativas.

III.) REGION CENTRAL. —

"Zona apretada entre la escarpa del Planalto y el borde norte de la zona granítica, representada por las sierras de Herval, Encruzilhada, etc.

Es la conocida DEPRESION CENTRAL, formada por terrenos permotriásicos. Zona de campos pajizos, yamatos de "anteparo", su vegetación es de tipo limnofítico. Es una región de gran actividad agrícola. En número de cabezas esta área contiene el mayor rebajo bovino ríograndense.

Nosotros debemos decir, qué es lo que ve quien hace el viaje de Livramento a Santa María, poco después de alejarse de aquella ciudad. No se ven lanares, campos gruesos, arenosos, del tipo de ciertos campos de Rivera, pajizos, con maciegas, fáciles de trabajar, tipo, diríamos de Campos de Areniscas de Tacuarembó. (Por su topografía, es la zona de arrozales).

IV. — REGION LITORANEA o LITORAL. —

Es la faja arenosa que se extiende de Mampituba al Chui, todo el territorio de influencia de las lagunas y el océano, desde las bases del altiplano triásico a los límites del complejo cristalino —paralelamente a la línea de la costa— pertenece a estas formaciones agro-geológicas.

Terrenos cuaternarios. Pasturas buenas en ciertos rincones. Tipo predominante de vegetación: psamofítico. El Municipio de Santa Victoria se caracteriza por el notable rebaño bovino de alto cruzamiento con las razas inglesas y en número de 175.000 cabezas.

Sus pasturas son finas y sus tierras se prestan para el cultivo de frutales, pomaceas y rosaceas".

Para terminar, el autor hace una TERCERA PARTE final, con una descripción sumaria de las ZONAS AGRO-GEOLOGICAS así: a) Posición; b) Extensión; c) Altitud; d) Clima; e) Geología y petrografía; f) Suelo; g) vegetación; h) Producción.

Invitando al lector a consultar el original (Anales del 11 Congreso Ríograndense de Agronomía, Vol. 1, págs. 386 a 390), transcribiremos sólo las partes que se relacionan con nuestro fin, omitiendo o salteando los demás incisos o letras.

1. — DEPRESION CENTRAL o ZONA de "TIERRA CLARA" (TERRA CLARA"). —

e) Geología y Petrografía. Formaciones permotriásicas; Sedimentos-filitas; esquistos bituminosos; carbones-calcáreos; arcillas, zonas de areniscas;

f) Suelo. Grupo Sialítico. tipo genético, arenosos pardos, de granulación media; Fertilidad buena en general, apropiado para los cultivos de arroz, tabaco, maíz, mandioca, batata, hortalizas, frutas, pasturas y silvicultura.

2. — LITORAL. —

d) Formaciones cuaternarias; arenas.

e) Aluviones. Tipo genético, arenoso, amarillento, granulado.
Fertilidad buena para hortalizas, frutícolas, bulbos, etc. Cría de ganado.

3. — CAMPANHA (Campaña) o ZONA DE "TERRA ESCURA".

e) Formaciones del Arcaico. Esquistos cristalinos-gneisses y granitos-rocas clásticas.

f) Grupos sialíticos. Tipo genético; arena parda-granulosa, apropiada para cereales, maíz, trigo, avena, alpiste, arroz y pasturas.

Esta zona como se ve en el esquema, limita con nuestro país (R. O. U.) y en parte tiene características similares.

4. — Valle del URUGUAY o ZONA de la "TERRA ROXA".

d) Clima. Faja climática fuertemente influenciada por su posición geográfica que le da carácter o cuño de continental. Puede ser considerada como sub-tropical, con verano caliente y bastante lluvioso. Temp. media anual: 19,4 C, Verano media 25,9; Lluvias 1.750 mm.

e) Formación del Triásico. Rocas eruptivas modernas, Arenisca de Botucatu-Diabasas.

g) Vegetación. Floresta típica, araucaria brasiliensis, uredineas, ilex, en estrato sup., abajo, bromeliaceas, tilancias y gramíneas.

5. — PLANALTO o ZONA DE "TERRA VERMELHA" (Tierra roja).

e) Triásico. Serie de Sao Bento. Rocas eruptivas, basálticas y meláfiros.
f) Suelo. Grupo sialítico. Tipo de "terra roxa" mezclada con arena roja de grano fino. Propio pastoreos, caña, tabaco, yerba mate, ganado, cereales, maíz.

6. — REGION COLONIAL o COSTA da SERRA o Zona de "TERRA CASTANHA".—
e) Serie de Sao Bento. Rocas eruptivas, derrame triásico, meláfiros, Fonolitos, etc.
f) Suelos. Grupos alíticos. Tipos arcilla parda. "barrento,-encarocado".
g) Araucaria e Ilex.

7. — REGION de FRONTERA o CAMPANHA SUDOESTE o ZONA "TERRA NEGRA". —
a) Posición. Faja limítrofe con Argentina y Uruguay.
c) Altitud. Topografía baja, poco accidentada, elevándose ligeramente al Este.
d) Clima. Debido a su posición geográfica es una faja dominada por la influencia continental, volviéndose su clima sub-tropical caliente, con 19.4º C. de temp. media, verano bastante riguroso con media de 25,9º. Evaporación superior a las lluvias, en ciertos meses del año. Lluvias pequeñas en comparación con otras zonas: 1.250 mm. por año. Las precipitaciones son de tipo otoñal y mal distribuídas en 310 horas anuales. Insolación intensa. Secas periódicas. Debido a su continentalidad los inviernos son rigurosos, aconteciendo a veces hasta nevar."
e) Geología y petrografía. — Formación permotriásica. Gres metamórfico. basalto diabasa.
f) Suelo. Grupo sialítico. Arena oscura, marrón, grano fino o "barrenta". Pastoreos: cereales, donde el suelo tiene profundidad.
g) Vegetación-Graminetum de cesped bajo, campos limpios (finos). Formaciones leñosas y escasas, a lo largo de los cursos de agua.
h) Producción: BOVINOS, OVEJAS, CONSERVAS DE CARNE, LANA, etc.

Por tratarse de una zona limítrofe al Uruguay (R. O. U.) hemos transcripto, en este caso, toda la descripción de esta tan interesante zona o Región da Fronteira o Campanha.

Como ya había dicho antes, aquí se confirma lo relacionado con las tentativas de cultivar caña de azúcar en el país, zonas de Artigas y Salto, pues, como se habrá notado y puede verse en el esquema de OCHOA, la zona brasilera descripta, es limítrofe con Artigas y Rivera.

Por su carácter continental, muy frío en invierno (36 a 52 heladas por año —déficit pluvial— no es zona muy conveniente.

Concluyendo, en su cuarta parte o CONCLUSIONES, el Profesor OCHOA expresa en primer término:

1º Para el estudio sistemático de los suelos del Estado de Río Grande del Sur, es necesario se establezcan previamente las unidades agrogeológicas.

2º La importancia práctica de este trabajo inicial, asume hoy gran evidencia, pues servirá de base sólida para el ZONAMIENTO AGRICOLA, laudable preocupación de los poderes públicos del país.

3º La primera división cartográfica de Río Grande de Sur, en regiones agro-geológicas, facilitará, sobre todo, múltiples servicios administrativos, tanto del Municipio como del Estado y la Unión.

4º Por ser un servicio barato y de elevado alcance práctico, merece todo el amparo de los Poderes Públicos, a ejemplo de lo que viene haciéndose en el Estado de Sao Paulo.

5: Recomiéndase, por lo tanto, sea creada la Sección especial de Cartografía Edafológica, en la Secretaría de Agricultura, quedando en ella concentrados todos los trabajos de suelos necesarios y clasificación exacta de las Unidades Agrológicas Riograndenses."

Zonamiento de los suelos nacionales

Proponemos, por considerar, como se verá en seguida, que reunen caracteres propios y típicos y en áreas apreciables, y exigir tratamientos particulares, en el manejo ganadero y agrícola, dividir los suelos del Uruguay en los siguientes grupos, basados en la roca que le sirve de sustrato:

1º — CAMPOS DE LIMO PAMPEANO.
2º CAMPOS DE CAPAS O ESTRATOS DE FRAY BENTOS.
3º CAMPOS DE LAVAS DE SERRA GERAL (involucrados los efusivos de las Series de Minas del Uruguay y Serie de Aiguá).
4º CAMPOS DEL CRETACICO.
5º CAMPOS DE ARENISCAS DE TACUAREMBO (incluídas Buena Vista, Río do Rasto-Therezina).
6º CAMPOS DE ARENISCAS DE SALTO.
7º CAMPOS DE CALIZAS DEL QUEGUAY.
8º ZONA LITORAL o LITORANEA. Litoral Este, bañados, campos bajos, costa de lagunas Merim y otras.
9º CAMPOS DE GRANITO (y rocas de su séquito).

Algunos tipos de suelos, ya estudiados muy bien al detalle, zona de Palleros (Bonito-Estrada Nova?), que exigen los mismos tratamientos y tienen los mismos caracteres que ciertos campos del cretáceo, se involucrarán, oportunamente, en estos tipos.

Igualmente, algunas formaciones no bien estudiadas aún, a su vez serán catalogadas donde corresponden, por sus características similares al grupo correspondiente. (Areniscas del Carmen, Devónicas Arcillas yesíferas de Bellaco, etc., etc. Estrada Nova-Post pampeano, etc).

Antes de entrar a la descripción de cada tipo de

Suelos, diremos cómo consideramos los HERBAZALES en relación a nuestra clasificación.

CAMPOS GRAMADOS. —

1º Campos de Granito y su séquito (predevónicos con cubierta general de limo pampeano y post-pampeano, con Stipa charruana, Paspalum Notatum-Axonopus compresus.

2º CAMPOS DE CAPAS DE FRAY BENTOS. Terciarios. Campos o pampa fértil. Campos tempranos, con tréboles, cebadilla, cardos castilla, en Corralito, Salto y Santa Rita, Campbell-Hareau, Paysandú. Florecidos en 20 setiembre 1946 mientras los del cretáceo, muy tardíos, Stipa Brachichaeta.

3º CAMPOS DE LOS "BASALTOS" de SERRA GERAL. Pastos finos, tiernos y nutritivos. Suelo y plantas ricos en Calcio y Fósforo.

CAMPOS PAJIZOS. —

1º De ARENISCAS DE TACUAREMBO (Sao Bento-Botucatu, Río do Rasto, Santa María, Buena Vista, Therezina). Con carqueja, Baccharis, trimera. Andropogon condensatus. Predominan andropogoneas. Pocas o no hay stipas ni tréboles valiosos.

2º ARENISCAS CRETACICAS. (Guichón, Mercedes, Dinosaurios, Palacio). H. Calcáreos. Andropogón Condensatus, Butia Yatay, clavel del campo.

3º ARENISCAS DE SALTO. Muy arenosos, pobres en cal y fósforo. Paspalum cuadrifarium, Erianthus trinii Androgopogon varios.

CAMPOS BAÑADOS. —

ZONA LITORAL ESTE. BUTIA CAPITATA, CHIRCALES. Vegetación Uliginosa-Paludosa.

CAMPOS CALCILITICOS. —

Campos de calizas del Queguay, con o sin gastrópodos, con o sin sílice, cameolitas en partes. Soriano, Paysandú, Salto, Durazno, Río Negro, Canelones (Migues), Calizas terciarias, base de éste.

CAMPOS DE LIMO PAMPEANO

Veamos como ha sido definida esta formación Geológica.

R. Lambert expresa:

"La Formación Pampeana comprende todos los depósitos de origen continental del fin del Terciario y del Cuaternario antiguo. Visto su débil espesor (algunos metros solamente) no ha sido representada en el mapa (se refiere a Paysandú).

Reune un conjunto de depósitos subaéreos y fluvio-lacustres representados por limos arenosos, arcillas, margas, loess, cenizas volcánicas. Su composición varía desde el limo arenoso grosero hasta una roca arcillosa que puede llegar a presentar una fractura semiconcoidal, pero aún observando de cerca se trata todavía de elementos muy finamente arenosos ligados por arcilla.

Se observan, finalmente, algunos bancos de conglomerados fluviales. Cenizas volcánicas de origen andino forman aquí y allá lentes más o menos extendidos, muy puros."

"El color de todos estos sedimentos blandos, varía del pardo al verdoso, pero el tinte dominante es el pardo rojizo que se vuelve pronunciado en la superficie de las rocas volcánicas. A causa de su débil cohesión, la formación pampeana es muy atacada por el escurrimiento pluvial y sus afloramientos toman, a una escala reducida, el aspecto abarrancado característico, de las "tierras negras" impermeables cuando no son protegidos por una capa de tierra arable y por su cubierta vegetal. El mismo fenómeno de abarrancamiento se manifiesta sobre los taludes a fuerte pendiente de los desmontes a lo largo de los caminos. Cuando estos taludes están bien secos, se desprende de su superficie una película que se fragmenta en polígonos irregulares separados por fisuras debidas a la contracción de la arcilla."

"El pampeano contiene, además, como las capas de FRAY BENTOS, aunque en menor proporción, nódulos calcáreos (muñecas) de color blanco, forma caprichosa y de tamaño bastante reducido. A veces el calcáreo ha constituído una red de espacio irregular, más resistente que la formación misma que la erosión pone en evidencia."

"A veces también el calcáreo tiene forma de verdaderos bancos duros que desempeñan el rol de una caparazón protectora, cuando la erosión alcanza su nivel. A la larga la caparazón se fragmenta y desaparece, pero porciones pueden ser conservadas, soportadas por pilares de arcilla, que ellas protegen, realizando así "demoiselles coiffées" en miniatura."

K. Walther ha expresado a su vez:

"Sustancia bruna, no estratificada, de aspecto flojo, terroso, que en toda su potencia es de estructura igual, y de grano muy fino."

"Terreno que representa casi el único que se utiliza para cultivos en el país."

Concluyendo de este modo:

"Las características del fundamento rocoso y su influencia sobre la composición del limo pampeano tendrían que ser tenidas siempre en cuenta en los análisis de tierras uruguayas."

Coincidente con este último postulado de Walther, es el reciente trabajo de N. Serra, Vol. Nº 32 del I. Geológico, quien, en el capítulo en que estudia la Formación Pampeana en el departamento de Soriano, expresa:

"La constitución litológica de los depósitos de la Formación Pampeana sobre cuyo origen continental no caben dudas, varía mucho localmente, pero, sin embargo, es posible observar que mantiene ciertas características generales DEPENDIENTES DE LAS ROCAS DEL YACIENTE LAS QUE, CUANDO LAS CONDICIONES FUERON FAVORABLES CONTRIBUYERON EN MAYOR O MENOR GRADO A SU FORMACION (el subrayado es nuestro).

"De esta variación local y regional deriva, continúa, en cierto modo la dificultad para dar una defi-

nición litológica exacta y amplia que abarque el conjunto de la Formación."

"Los depósitos están constituídos, en su mayor proporción, por limos que contienen cantidades variables de arenas, arcillas y sustancia calcárea.

Además pueden contener como elementos menos representativos cenizas volcánicas y cantos, formando los primeros lentes poco importantes o con distribución irregular en algunas partes y lechos delgados y poco frecuentes los segundos."

"La coloración predominante es la parda, cuya tonalidad varía, como es lógico, de acuerdo a la proporción de los distintos elementos que entran en su composición, pasando desde el pardo amarillento claro al pardo rojizo. Existen también coloraciones verdosas y grisáceo verdosa, aunque elias no son corrientes en Soriano."

La variación de los depósitos, de acuerdo a su YACIENTE, cuyas características se acentúan cuando es menor el espesor de los mismos, es posible establecerla dentro de los términos generales siguientes:

Sobre las Capas de FRAY BENTOS el pampeano tiene coloración clara, parduzco amarillenta o ligeramente rosácea a veces, tratándose de limos algo arenosos a menudo carbonatados, cuya sustancia calcárea da lugar a la formación de muchas concreciones duras, a veces bastantes grandes.

Sobre las áreas CRETACICAS y CRISTALINAS, los depósitos son, en general, mucho más arcillosos con menos cantidad de concreciones calcáreas, cuyo tamaño disminuye mucho, de coloración pardo rojiza o pardo, tratándose en general de limos arcillosos que siempre contienen arena para la cual el tamaño de los granos aumenta donde el yaciente esta constituído por rocas CRISTALINAS.

En fin, sobre la única región del departamento donde afloran ROCAS VOLCANICAS EFUSIVAS (SERRA GERAL) un manchón de Pampeano que aparece en el valle del Arroyo Tala, afluente del Río Negro, está representado por limo muy uniforme de color pardo-rosáceo, que contiene lentes de ceniza volcánica."

Como se ve, la influencia de la roca yaciente, está reconocida como influenciadora en la calidad y características del limo pampeano.

Debemos decir, que su presencia está indicada sobre todo en el Sur del país, disminuyendo hasta faltar en grandes áreas, o presentando reducida potencia al Norte del país.

Una Stipeas, la S. Charruana, sería característica de los suelos del pampeano al sur, faltando, por supuesto, al Norte, donde la sustituiría la Sr. Brachichaeta.

La tenacidad de los suelos del sur, sería debido a la predominancia del limo pampeano sobre formaciones rocosas ligadas al granito cristalino, que aportaría más arcilla al descomponerse algunos de sus elementos, feldespatos, por ejemplo.

La carreta y el arado de buey, que aún figuran en cantidad como elementos de trabajo en las tierras o departamentos del sur, son raros al norte, donde el caballo ha desalojado en su casi totalidad a aquéllos. Es que son tierras más sueltas y el rendimiento y mantenimiento es más ventajoso.

Debe decirse expresamente, que el limo pampeano, existe en todos los departamentos, como lo atestiguan la presencia frecuente del hallazgo de fósiles pampeanos, desde los tiempos de SELLOW, en Salto, pero no en capas uniformes, sino más bien en las márgenes o lechos de arroyos, hondonadas, confundiéndose muchas veces con los sedimentos del postpampeano.

CAMPOS DE SERRA GERAL. (Rocas efusivas de Serra Geral. —Neo-Gondwana).

El tipo de campos que originan estas rocas, por su área y características bien definidas, bien pueden colocarse en primer lugar, siendo, acaso, el arcaico, quien podría comparársele en área abarcada dentro de los límites de la República.

Casi todo el departamento de Artigas, Salto, Paysandú y Río Negro en el litoral, algo en Soriano y Flores, apreciable área de Rivera, Tacuarembó y Durazno, como se ve en los mapas respectivos, están cubiertos por esta roca efusiva, de la cúspide del Gondwana, y que se continúa del Brasil, la Serra Geral, que le da su nombre.

Están incluídas en el inmenso manto volcánico de 800.000 Km^2. sin interrupción, en Sudamérica, cuenca de Paraná y que designó I. C. WHITE con este nombre de "Eruptivas en Serra Geral", designación que se ha mantenido.

Es una serie contínua de napas de lavas superpuestas, verdaderas coladas, cuyo número puede saberse por las zonas con vacuolas correspondientes a otras tantas efusiones. Su espesor es del orden de 550 metros, en lo que se sabe hasta hoy en el país (perforaciones del Arapey), pudiendo aumentar posiblemente, más aún, en el Norte.

Estas napas, son para América del Sur, es oportuno decirlo, el equivalente de las coladas basálticas que terminan en el pico de STORBERG del Africa Austral.

Se acepta, respecto a su probable aparición, que se extendieron, por una cantidad de fracturas y fisuras, más bien que volcanes propiamente dichos, individualizados. Se entiende y explica así la notable continuidad y extensión, ya mencionada de sus afloramientos.

Como bien lo hace notar R. Lambert, la emisión de las lavas debió haber sido hecha al aire libre, pues bajo agua, necesariamente con un enfriamiento superficial más rápido, no habrían podido desparramarse ni tan extensamente ni perfectamente y sería también más difícil de explicar los lentes de areniscas que contienen.

La mayor parte de las veces se presenta bajo la forma de "una roca densa, compacta, de textura finamente granulada, más raramente escoriácea, de color variable, negro, gris, parduzco, o más raramente rojizo o pardo rojizo, pero siempre oscuro.

En los afloramientos esta roca es conocida como "Piedra mora" y está casi siempre alterada. Se separa en paralelepípedos irregulares de fractura concoidal y perdiendo su tinte cargado, se vuelve parda, gris, gris ceniza, amarillenta."

Son rocas microlíticas, de estructura generalmente intersetal, constituída por plagioclasas, generalmente, y augita, con o sin olivina.

Entre los productos de neo-formación, contienen sílice (cuarzo y calcedonia), calcita, zeolitas y cobre. A

menudo contienen también magnetita y a veces apatito.

Son comunes también, las rocas con tipo vacuolar o poros de vapor, cuyos rellenos están formados por las conocidas geodas, ágatas, ópalos, cristales de cuarzo y amatista violeta, interesantes tipos de maclas y los conocidos Enhidros o piedras con agua dentro, que hermosean las colecciones mineralógicas.

Cuando esta roca se descompone en superficie, origina en nuestro clima un suelo color marrón-habano, usado en arreglo de caminos (por ejemplo, de Paso de los Toros a Averías, Santa Ana, Queguay, y los productos de relleno de las vacuolas quedan libres, suministrando el material de muchos de los lechos de arroyos de la zona, con las conocidas ágatas, ópalos, tan comunes en el mismo río Uruguay y arroyos afluentes.

Igualmente las capas de rocas más modernas, cretácicas por ejemplo, y las areniscas de Salto, encierran materiales procedentes en gran parte de la destrucción de las lavas meláfidicas, como puede verse debajo del puente del F. C. M. en el camino de Paysandú a Salto, en que las areniscas cretácicas, conglomerádicas, encierran numerosas ágatas. Igualmente en las cercanías de Guichón, Paso de los Mellizos, etc.

Pero quien desee conocer bien estas rocas, no tiene más que observar desde la ventanilla del F. C. al llegar a Villasboas, se ven "bochas" o rocas bien redondeadas, por la descamación solar, la gran cantera en explotación a la derecha, antes de cruzar el puente del F. C. sobre el río Negro, con la forma típica de columnas del "basalto". En Rincón del Bonete, lugar tan visitado hoy, Paso de los Toros mismo, está ubicado sobre las mismas lavas, con su color típico, marrón-Canning, y la línea tanto al Norte como al Oeste.

Piedra Sola, Tacuarembó, Artigas o San Eugenio, Bella Unión (su puerto), Alrededores de Salto, Cabellos y cantidad de lugares más.

El viajero que desease hacer anotaciones sobre esta roca, le recomendamos este itinerario que hemos realizado varias veces y es muy interesante. Descender del F. C. en PIÑERA. Allí mismo aparece el perfil —Lavas en el yaciente— Areniscas rojas-cretácicas— tipo A. de GUICHON. Los cerros del mismo pueblo y adyacencias bien próximas (campos Beisso) muestran bien las capas cretácicas.

Continuando en auto, viaje contra la vía en dirección a Guichón, se encuentran en cuanto dejamos el citado pueblo, lavas de Serra Geral, hasta que nos aproximamos ya a Guichón, en que aparecen los palmares (estancias de M. Duarte y Renovales de G. Azevez) y el camino, ya arenoso, nos muestra claramente que hemos pasado de una roca a otra. Entramos en el Cretácico.

En Guichón, las lavas están a 126 metros de profundidad (pozo aguas corrientes), siendo por lo tanto la potencia de las areniscas de Guichón, ésta.

Dirigiéndonos del pueblo del mismo nombre al Norte, cuchilla San José, o sea la nueva carretera de Paysandú a Tacuarembó, veremos:

A poco de alejarnos desaparecen las areniscas para dar lugar a las lavas y, por éstas seguiremos hasta aquella cuchilla, sin encontrar otras rocas, salvo algún pequeño relieve de areniscas tipo de Tacuarembó, cocidas generalmente por el contacto de la lava. Los arroyos Santa Ana, Paso de Andrés Pérez, del Queguay Grande, Paso del Parque del Queguay Chico (igualmente el Paso Hondo) aguas abajo, hasta la terminación del viaje; toda esa gran área está formada por las lavas.

Si regresamos por otro camino, Paso de los Molles del Queguay Grande, en dirección a Piñera, es lo mismo. Sólo al llegar o acercarnos a la vía férrea, donde iniciamos la jira, es que aparecen recién las areniscas cretácicas nuevamente.

CALIDAD DE CAMPOS Y CARACTERISTICAS. —

Son bien conocidas en general por los ganaderos del Norte. Están cubiertos por pasturas finas, nutritivas, no observándose las maciegas de Andropogon y otras. Donde no están recargados aparece la chirca común (Eupatorium bunifolium). Igualmente flechillas, como se puede observar en la primavera actual de 1946.

Son campos muy "ovejeros", es decir, especialmente aptos para tales fines, y por su carácter orográfico, igualmente favorable, buenas aguadas de piedra, campos altos y pasturas sustanciosas, hacen que permitan prosperar a los ovinos en condiciones ventajosas, de desarrollo, procreos y sanidad.

Los vacunos prosperan bien igualmente, aunque, como es sabido, la "guadaña" lanar, quita lo mejor. Son campos tempranos, de trébol, y aunque hayan pasado el invierno mal, rápidamente se recobran.

Tienen estos campos, en general, un inconveniente: Son poco resistentes a las sequías. Se calientan mucho con los soles estivales (como conocen bien quienes viven en Paso de los Toros), y siendo el espesor de la capa de suelo, débil; en pocos días amarillean y se secan. Cuando en estos campos están sacando animales a pastoreo o hasta cuerear, en los campos vecinos, arenosos, gruesos, recién empieza a apretar o sentirse.

En la pasada sequía extraordinaria de 1942/43, la zona de CAMPOS DE SERRA GERAL, fué la más afectada y donde murieron, con toda seguridad, más de un millón de vacunos.

Y fué justamente en los campos arenosos de Guaviyú, donde se salvaron a pastoreo, más de cien mil vacunos. Son, pues, campos, en los cuales el estanciero debe vivir y trabajar sobre aviso, al respecto. Son bien conocidos, y podríamos dar nombres concretos de estancias de 20 y más miles de Hás. donde no quedó prácticamente un vacuno y ni había caballos para poder recorrer. Está bien reciente y fresca la visión citada para insistir.

Como se ha dicho, debido al poco espesor de tierra, hay muy poca o ninguna agricultura; no se ve, recorriendo estas zonas, más que algún pequeño recorte de alguna muy pequeña chacra, si la hay. Es por ello también que las poblaciones o estaciones establecidas sobre estas zonas, no progresan: Merinos, Paso de los Toros, Cabellos, Piedra Sola, Tres Arboles.

Es, en general, la zona pastoril por excelencia; grandes estancias, casi todas extensivas y "tapadas" de ovejas, como dice el ganadero corrientemente.

Es la zona de las buenas lanas, limpias (no hay semillas ni tierra de las chacras y zonas agrícolas) y que produce buenos corderos y en gran cantidad. Como son campos altos y abrigados, por los cerros y piedras, la oveja de cría encuentra ambiente favorable, y los corderos son tempranos como son tempranos "para venir" los mismos campos.

Hay zonas en que el espesor del suelo es mayor y, a su vez, mejoran las condiciones, siendo conocidas las zonas muy buenas invernadoras del departamen-

to de Salto, Valentines e Itapebí, Cuaró, partes de Tres Cruces y en Paysandú. Averías, Salsipuedes y otros.

Así, pues, esta zona debería dedicarse de preferencia a la cría lanar en base a calidad, manteniendo y mejorando el prestigio que ya tienen sus lanas y cabañas, famosas (Jones, Manatiales, Grasso, La Labor, San José de Mayo de Ibarburo, Braga, Larrachea, y otras muchas más, que trabajan en esta clase de suelos).

En general, estas tierras son de carácter arcilloso, ricas en Calcio y Fósforo, como puede apreciarse en el siguiente cuadro de análisis que tomamos de G. Spangenberg.

pH actual, 5,9; pH pot., 5,4; Humus, 64,45; Arena gruesa, 293; Calcáreo, 14,76; Fosfórico, 0,74; Nitrógeno, 2,52 (promedios por 1.000 gramos de tierra seca).

Como se ve, tienen alto contenido en humus —suficiente calcio para nuestro medio— y en relación con la pastura natural, regular cantidad de fosfórico total y riqueza en Nitrógeno."

Respecto al espesor crítico o poder ascensional del agua en las tierras, ha sido estudiado por el mismo investigador, comprobando que las tierras arcillosas referidas lo poseen en menor grado que las arenosas y, de ahí, su menor resistencia a las sequías.

Sobre la presencia de elementos "trazas" —el Cobalto estaría en cantidades suficientes, en las mismas tierras arcillosas (estancia Dondo), lo mismo que el Cobre, siendo, en cambio, en las Arenosas en cantidades deficitarias.

CAMPOS DEL CRETACICO

Si bien, últimamente, N. Serra ha agregado un nuevo piso, las Areniscas con Dinosaurios, que a su vez recubrirían a las A. de Mercedes, conglomerádicas y éstas a su vez igualmente estarían o serían más modernas que las A. de Guichón e inferiores. En este capítulo nos referiremos en especial a los CAMPOS procedentes u originados por las capas que en Paysandú, son más extensas.

El cretácico, como es sabido, a través de las investigaciones y descubrimientos fosilíferos de estos últimos años, abarca un área bastante extensa de la República.

Estaría limitado por el Norte, en el litoral uruguayo, por el río Daymán, pues creemos erróneo el dato que indica esta formación en el departamento de Salto, una parte de Paysandú, Río Negro, Durazno, Soriano, Canelones y hasta tal vez Montevideo (Las Piedras), San José, límites de Minas?, (Montes).

Pertenece todo al cretácico superior, Senoniense-Senomaniense?, y llega a tener una potencia de más de 100 metros en algunos de sus pisos, solamente, como se ha visto en el cuadro de los perfiles.

Las areniscas inferiores o de GUICHON, con Uruguaysuchus Aznarezi, son de grano fino, sin cantos rodados, en partes, arcillosas y de textura "jabonosa" al golpearlas con un martillo. Aparecen en muchos lugares de los departamentos de Paysandú y Río Negro, siendo fácil observarlas y estudiarlas en Piñera, Guichón, Guayabos, Piedras Coloradas, Pandule, Meseta de Artigas, campos de Chapicuy y Guaviyú.

No aparecen en los departamentos de Soriano y Durazno, donde las capas que les siguen, conglomerado del Chileno (Lambert R.), en Durazno y A. de Mercedes en Soriano, se encuentran directamente ya sobre las lavas, cristalino u otro yaciente.

Completan en el litoral este piso inferior, las Areniscas superiores o Conglomerádicas, hoy A. de Mercedes. Las capas con Dinosaurios, los horizontes calcáreos y las A. de Palacio.

Una información detallada de estas areniscas pueden obtenerse a través de los Boletines del I. Geológico, departamento de Paysandú, Río Negro, Durazno, por R. Lambert, y Soriano por N. Serra, y en nuestros "Apuntes para una Nomenclatura", etc. — Rev. Fac. Agron. Nº 40, mayo, 1945.

Entrando a las características del punto de vista de CAMPOS, diremos:

Son tierras fáciles de arar y, en seguida de parar de llover, ya puede entrarse con el arado, lo que, en nuestro país, como lo hace notar Boerger, en muchas tierras arcillosas y compactas, en años llovedores es imposible trabajarlas.

Tienen un porcentaje alto de arena, como se verá en los análisis, al final, pero, en cambio, son fáciles de arar y su actividad química es grande, trabajando las raíces de las plantas en suelos sueltos. Si se logra aumentar su humus o conservarlo al menos, son tierras valiosas relativamente.

Del punto de vista de sus pasturas, diremos que las que predominan en ellas son gruesas, no muy nutritivas, pero de gran resistencia al pisoteo, (aguantan un recargo grande de vacunos), y, la llave del éxito para quien los trabaje en ganadería, está en no dejarlos aliviados, y menos vacíos por largos períodos (sin arrendar o poblar).

En este caso, se engruesan notablemente y, aunque hay mucho "pasto" a la vista, el ganado no engorda ni mejora.

La experiencia ha demostrado que deben, pues, trabajarse bien poblados de hacienda y de este modo se refinan notablemente, conservándolos bajos.

Como generalmente existe una capa de guijarros en el subsuelo, son permeables y no se encharca el agua en ellos, y si bien son comunes los barreros y "vertientes", los que son trillados por el ganado buscando sales (véanse las observaciones ya de D'Orbigny y Azara) para que no haya en tales lugares empantanamientos de lanares (los que son frecuentes en tales campos y lugares), deben alambrarse y plantarse de sauces criollos y mimbres.

Son campos muy buenos para primavera, verano y otoño, donde están siempre verdes, por su gran resistencia a las sequías, comprobado ampliamente en la última enorme seca y donde se salvaron millares y millares de reses llevadas de otros puntos a estos campos (Guaviyú, Guayabos, etc.).

Como hay verde, las vacas tienen leche y crían muy bien los terneros, lo que puede apreciar quien concurre a las hierras de campos de esas zonas; hermosos terneros bien criados. Será así, pues, una zona criadora y lechera.

En invierno, en cambio, decaen notablemente, el ganado se rebaja y las vacas están muy débiles en la parición, de esta época; deben ser ayudadas con avenales o mejores potreros aliviados.

Como su espesor crítico es grande, se dejan pene-

trar fácilmente por el agua y, en cambio, poseen poca higroscopicidad, mantienen bien la humedad. Por ello los cultivos de maíz y girasol, prosperan.

Del punto de vista forrajero, nuestra experiencia en tales campos nos inclina abiertamente a cultivar ray gras en vez de avena. Esta, por la pobreza de la tierra en elementos nutritivos, fósforo y calcio, no tiene la fuerza, diremos, de los campos fértiles, y una vez comida no vuelve con rapidez. En cambio, el ray gras, no necesita sembrarse todos los años con la sola precaución de dejarlo semillar bien en noviembre/diciembre y no ararlo cuando él solo empieza a nacer.

Muchos lo matan al arar en enero o febrero y cuando está naciendo. Se regenera notablemente y sin gasto alguno para el estanciero.

Va sin decir que, desde el punto de vista de la erosión, el ideal, para los campos sueltos erosionables, es que se aren lo menos posible, caso de la avena, que es anual, aun a base de rastrojera, pues el enemigo mayor y único de la erosión es la cubierta vegetal.

En caso de ser dejados de cultivar con facilidad se cubren de vegetación regenerándose la pradera, lo que se aprecia en los trillos de caminos abandonados que se pierden fácilmente.

Su vegetación, tiene algunas características dignas de destacar entre otras, siendo de desear un estudio botánico agrostológico detenido.

La palma Butia Yatay, el Andropogon Condensatus (canutillos, paja roja), el clavel del campo y oreja de ratón, los hemos observado en muchas zonas.

Respecto a la composición química, se sabe a través de cantidad de análisis, que ella se caracterizan por poco calcáreo y fosfórico, alto contenido de arena gruesa y bajo tenor en coloides. Su fertilidad, desde este punto de vista, no es mucha, como se ve en seguida:

pH actual 5-9 — pH pot. 5,3 — Coloides o/oo 135 grs. Arena gruesa o/oo. 773 grs.

Humus o/oo 19.12 grs.; Calcáreo, $CaCo^3$-o/oo, 3,70 grs.; Fosfórico o/oo 0,24 grs.

Se aprecia visiblemente sus defectos comparándolas con otras tierras, sobre capas de Fray Bentos y Calizas lacustres del Queguay:

Capas de Fray Bentos, respectivamente: 6,8-6.7-. 99-370-. 56.23-17,80-79.

Calizas lacustres del Queguay: 6,1-5,6-186-399-49,18, 11.31-1,11.

(Análisis citados por G. Spangenberg).

Estas cifras, estarían de acuerdo a una estadística recientemente publicada por los técnicos del Banco Hipotecario y donde se establece que, justamente los rendimientos en trigo y maíz de sus colonias, son mucho mayores en las tierras que tienen origen en las Capas de Fray Bentos, fértiles en elementos químicos, frente a los cretácicos, pobres, como se ha visto. (Conservación del suelo, factor fundamental de toda obra de Colonización 1945).

Terminando, repetiremos lo dicho en nuestro trabajo (Notas, etc.). Para el ganado son campos seguros en épocas de seca, crían muy bien en primavera, verano y otoño; debe cuidarse no se empasten por el incremento que toma la garrapata. En invierno, aflojan notablemente, las pariciones deben ser tardías, setiembre a diciembre; las vaquillonas deben entorarse tarde, enero-febrero. El destete debe hacerse igualmente tarde, en plena brotación, aunque son, además, campos tardíos frente a otros.

Así, por ejemplo, hemos podido observar este año en mediados de setiembre, la diferencia notable que había entre los campos de Santa Rita, "Quebracho", costa del Uruguay y Corralito, en Salto, hermosos y florecidos, frente a los de Guichón, en la misma época, mucho más atrasados éstos. Es que aquellos están sobre C. de Fray Bentos y éstos sobre areniscas pobres y frías.

El lanar no prospera si no es a fuerza de cuidados, arrasando bien los campos y manteniéndolos bajos. Con chacras y agricultura se defienden, sin embargo, bien. Los campos, lo que generalmente no es difícil, deben ser saneados y los potreros con bajos, pantanos, bañados, deben ser alambrados y destinados puramente a vacunos, dejando los altos, dentro del cretácico a los lanares.

Esta zona no da procreos muy altos, en vacunos se entiende, pero el uso de sales minerales, salva este obstáculo, en forma total como se ha comprobado en ensayos varios en esas zonas. Debe recargarse el servicio de toros, sean estos nuevos, potreros chicos, limpios de monte, alternarlos.

Los CAMPOS DEL CRETACICO, constituirían lo que E. Campal llama su ZONA B o de explotaciones mixtas, colonias ganaderas, y que tan bien planteara en su notable conferencia "La explotación pecuaria en función del progreso agrario nacional". Rev. Asoc. Ing. Agrs. 1945.

CAMPOS DE CALIZAS DEL QUEGUAY (— (Campos Calcilíticos)

Es sabido, desde hace mucho tiempo, que una de las características de los suelos del Uruguay, es su pobreza en calcio (ion Ca-Carbonato de calcio) (Cao).

Tomando como criterio para la clasificación de una riqueza de suelo en Calcio el que tengan menos de 15 o/oo (Ca.-0) de acuerdo con datos de análisis realizados en el país, el 92,51 % entran en la categoría de MUY POBRES.

Aguirre Arregui, refiriéndose al mismo punto (citado por A. Boerger) se expresa:

"1º) De los datos analíticos precedentes se deduce: Que nuestros suelos son pobres en fósforo y en calcio, puesto que un 80 % de las tierras analizadas se incluyen en la categoría de pobres y muy pobres en ácido fosfórico y, en cuanto al calcio, ESE PORCENTAJE SE ELEVA a 95 %."

Esto dicho, vendría a explicar el porqué habría predominancia en el país de tierras ácidas, en su relación con 5,5 a 6,5 de pH, escaseando más bien las de reacción alcalina.

Se explicaría también aquí la falta, en grandes regiones, de leguminosas, de difusión de cultivos a base de estas plantas, como la alfalfa, que, frente a los 8 ó 10 millones de Hás. de alfalfares cultivados en la vecina República Argentina, en cambio aquí, son ínfimos los cultivos, y su duración, aún bien elegidos los lugares, es reducida. Sin embargo, del punto de las grandes ventajas que tienen los cultivos de leguminosas como abonos verdes (alfalfa y

habas, por ejemplo) ciertos tréboles) y cuya difusión ya se realiza en los montes industriales de frutales en el país, aún con su corta duración, en el caso de la alfalfa, deben hacerse por las mejoras indirectas que provoca.

La explicación del porqué, las inmediaciones de Paysandú fueron famosas por los cultivos y producción de alfalfares, se hallará en los terrenos calcáreos que la rodean (Capas de Fray Bentos).

La Osteomalacia, enfermedad ya bien conocida y tratada estos últimos tiempos por agrónomos y veterinarios, y sobre lo que se ha escrito últimamente en forma copiosa, tiene por causa, en casi todos los casos, insuficiencia en las pasturas, de calcio, hecho probado, al mejorar notablemente los vacunos, al serles suministrados sales minerales o huesos molidos, tratados.

Sin embargo, como se verá en seguida, existen en el país, formaciones geológicas y también suelos que abarcan apreciables áreas, ricas en cal.

Dejando aparte los CAMPOS DE CAPAS DE FRAY BENTOS, descriptos aparte, existen en el país, como fuentes de este precioso elemento, las siguientes formaciones en orden de antigüedad:

Las calizas semicristalinas ("mármol") del Este del país e Isla de Rivera, pertenecientes a la Serie de Minas del Uruguay (Predevónico. El H. calcáreo del Cretácico, bien a la vista ahora por los muchos kilómetros construídos con este material blanco en la carretera Paysandú-Salto. Los bancos de cal en las C. de Fray Bentos que han permitido en muchos lugares su explotación hasta en calera. (Río Negro-Bella Unión). Las calizas del Queguay, abundantes, como se sabe, en varios departamentos, (Paysandú, Río Negro, Durazno, Salto ?), Canelones, (Migues), etcétera.

En el pampeano y en las formaciones más modernas, iluviales, se encuentran también bancos u horizontes de una marga muy rica en calcáreo, que suministra una enmienda muy valiosa para los campos de la zona.

Así podemos decir, que, en los campos del Ingenio La Sierra, se utiliza desde hace muchos años tal producto (que aparece mezclado con rodados de la destrucción de la Sierra de las Animas) con gran éxito, en los cultivos, siendo, como se sabe, donde se obtienen altos rendimientos en los trigos de semillero.

Igualmente en la zona vecina de Bellavista (record en el país de cosecha de trigo de semillero con 3.100 kilos por Há.) en parte, las enmiendas son las que provocan estos altos porcentajes.

En la fabricación de azúcar de remolacha, queda como residuo en apreciable cantidad el producto llamado espumas, las que son, igualmente, aplicadas a las tierras.

Pero siendo los campos de CALIZAS del QUEGUAY,los que han sido descriptos y mencionados últimamente en diversos trabajos (en especial de la C. N. de Estudio del problema forrajero) a ellas nos referimos en especial.

En el departamento de Paysandú, en el valle del Río Queguay, especialmente, aparecen cantidad de afloramientos y canteras en explotación, de una roca de color blanco, cuya potencia se ha establecido en unos 30 metros y que descansan, generalmente, en la formación de las areniscas del cretácico.

Estas calizas contienen, generalmente, granos de cuarzo, en partes toman el aspecto pseudo brechoide y contienen en algunas partes fósiles consistentes en gantrópodos (Planorbis y Melanias), generalmente bastante bien conservados.

Un carácter saliente de la roca, que es de consistencia dura, es, su intensa silicificación en muchas partes, rellenos de trozos areniscosos y forman, también en ciertos lugares (estancia Elhordoy en Queguay), diversos horizontes que podrían ser, los de la base, pertenecientes al cretácico, enriquecrdo por el calcáreo de las calizas superiores que hubieran descendido.

Todas estas calizas, como ya ha sido dicho (Lambert) han debido depositarse en un gran lago o sistema de lagos, de agua dulce, por supuesto, que se habrían extendido en diversos departamentos (Paysandú, Río Negro, Durazno, Soriano.

N. Serra ha demostrado últimamente, al descubrir un perfil típico, en el que las calizas del Queguay descansan directamente sobre las areniscas ferrificadas del cretácico (Paso Zapata del arroyo Bequeló-arroyo del Aguila), sin ningún género de dudas, que las calizas son, pues, más modernas que las areniscas del cretácico. Igualmente, ya R. Lambert, había probado, también por el exámen de un perfil (cerro Claveles) que las Capas de Fray Bentos, se sobreponían a las calizas, siendo, pues, más modernas, dentro del terciario, o sea la base de éste en el país, y no como, en un tiempo no fué posible establecer la correlación exacta, aceptándose una equivocada, por aquel motivo.

Igualmente las calizas, cuya silicificación las afectó en los lugares en que por su situación topográfica más baja, descansan en Soriano, sobre el cristalino directamente, el que, por el mismo motivo, presente en algunos lugares, silicificación (Serra-Mapa de Soriano).

La edad, pues, de las calizas, debe fijarse en la base del terciario —Oligoceno-Mioceno— hasta que la aparición de fósiles permita su determinación exacta.

Respecto a la calidad de campos y pasturas, debemos decir que, si bien el estudio de esta clase de terrenos aún puede perfeccionarse, se sabe que en la zona en que afloran del departamento de Paysandú, originan campos buenos.

La gran zona del valle del bajo Queguay, Burucayupí, Queguay Chico, con los cerros de esa zona, Linterna, Ventana, Cueva del Tigre, Abreu, Blanco, etc., posee afloramiento en que, con base de lavas de Serra Geral, aparecen las calizas del Queguay, lacustres y silicificadas.

Según Spangenberg G., las calizas, frente a las areniscas cretácicas, tienen 40 a 50 % menos de arena gruesa, 40 % más de coloides, buen contenido humico y suficiente contenido de calcio y fósforo en general. Compara en bondad a estos suelos con los de C. de Fray Bentos.

Al mismo técnico le pertenece este análisis que transcribimos:

Calizas del Queguay - Paysandú.

pH actual: 6,1; pH Pot.: 5,6; Coloides o/oo-186; Arena gruesa, o/oo-399; Humus, o/oo-49.18; Calcáreo, Ca Co3, o/oo-11,31; Fosfórico-P205, o/oo 1.11.

Relacionando la composición química del suelo con la de las pasturas, se ha probado en la interesante publicación de la C. N. de E. del Probleme Forrajero (G. Spangenberg, C. Fynn, G. Nores y L. Montedónico, 1941) que en èste caso los pastos son bastante ricos en calcio y fósforo, como se ve en seguida:

en 100 gramos de pasto seco:

Calcio-Ca0. 0-0,58. Acido Fosfórico, P205 0,42 grs. frente a las cifras de Kellner, para pasturas europeas de 0,68 grs. y 0,55 grs. respectivamente.

Son con frecuencia mencionadas las producciones, como típicas de un lugar, las del departamento de Salto. Se habla de las famosas naranjas, mandarinas en especial y criolla, cultivos de primor, tomates, diversas hortalizas valiosas, flores, frutillas...

Los magníficos naranjales de Pedro Solari, valiosa muestra de la inteligencia y tesón en la labor, al servicio de la producción nacional, traducidas en las grandes plantaciones de naranjos que cubren centenares de Hás., realizadas en forma técnicamente perfecta y mantenidas en destacable explotación, por su calidad y sanidad, tienen, como se verá en seguida, una relación con los suelos de la zona.

Casi toda el área en explotación de los citrus, unas 4.000 Hás., están ubicadas sobre suelos provenientes de la formación geológica designada como Areniscas de Salto, que, por este motivo, son muy ricos en arena gruesa.

Es bien fácil para quien visite Salto, observar por diversos lugares, rocas de color gris-blancuzco, pasando a "caramelo" o en parte rojizas. Aparecen, ya sea en bancos duros o deleznables. En muchísimas partes encierran cantos rodados y maderas petrificadas.

Son más modernas que las Capas de Fray Bentos, pues las recubren a éstas, como se ve bien en la costa del río Uruguay, sobre las barrancas, entre los saladeros Conserva y Caballada, y, posiblemente, en las grandes bajantes del río, forman algunas de las restingas.

Se consideran depósitos fluviales y eolícos, dependientes, seguramente de la historia del mismo río. Son calientes en invierno y reciben mucha cantidad de agua, por lo cual, agregándole elementos que les falta (coloides-humus) mejoran notablemente, pues, como se verá, son muy pobres.

Un analálisis realizado por G. Spangenberg muestra esta composición:

pH actual: 5,75; pH Pot.: 5,4; Humus: 11.40 gr. Arena gruesa: 846; Calcáreo: 1,96; Fosfórico: 0,24; Nigrógeno: 1,70; por mil gramos de tierra seca.

Si comparamos esta composición con la de las Capas de Fray Bentos y las Lavas de Serra Geral, las diferencias son notables, como verá quien coteje los análisis. Mucho más ricas éstas, en los elementos valiosos, Calcio, Fosfórico, Nitrógeno, Humus y coloides y mucho menos arena gruesa.

Encierran también, además de los cantos de ágatas, calcedonias, maderas, un horizonte al que se ha hecho mención en el perfil de la estancia Las Delicias y que podría pertenecer al Mesopotamiense (?), areno-arcilloso.

Si bien estas areniscas pliocénicas de Salto, no abarcan una gran área en el país, las hemos colocado en un grupo de la zonación-tipificación de suelos del país, por establecer, como se ha dicho al principio, una modalidad de explotación que está relacionada directamente con la clase de suelo.

El cultivo de la vid, que fué tan próspero en un tiempo en Salto, destruído por los ataques de la filoxera, y los vinos que se producen en Bella Unión, procedían de cepas cultivadas en estos suelos arenosos que daban excelente graduación.

Es oportuno citar, por estar a realizarse un ensayo de zonación y organización de producción en el departamento de Paysandú, a iniciativa del distinguido Ing. Agr. E. Campal Gómez, quien se dedica a estudios de suelos en sus relaciones con la Geología, que este departamento, en sus límites con Salto, pero en suelos arenosos originados por el CRETACICO, se están realizando los mismos cultivos que en Salto, bajo este aspecto.

Se ven desde el tren y carretera, nuevos y extensos cultivos de citrus y hortalizas de primor, bajo casilla o vidriera, en suelos arenosos que serían más fértiles que los de Salto, por el h. calcáreo del cretácico.

CAMPOS DE ESTRATOS O CAPAS DE FRAY BENTOS

Son de los campos más fértiles de la República. ¿Quién que esté vinculado a la producción agropecuaria del país, no conoce los campos tan mentados de Cololó, Bequeló, Perico Flaco, Rincón de las Gallinas, Valdez, Rabón, Celestino, Corralito, Costa Uruguay en Paysandú y partes del departamento de San José, Canelones, Bella Vista (Soriano, Young) y por supuesto en grandes acantilados, en Fray Bentos? Aquí, sí, puede decirse, se justifica plena e indiscutiblemente la influencia de la roca madre en la calidad de suelos.

N. Serra los ha definido últimamente (Mapa de Soriano) así:

"Limos ligeramente arenosos, de coloración parduzco-rojiza clara, variablemente carbonatados, que continenen concreciones y lentes de calizas pardo-rojizas duras y cenizas volcánicas."

Ya ha sido visto en nuestro trabajo (Una nomenclatura, etc.) la larga sinonimia existente respecto a la designación de esta formación y su edad aun sin determinar exactamente, por la falta de fósiles característicos, en el espacio del tiempo, si bien se sabe que es más moderna que las calizas del Queguay, base de nuestro terciario y las areniscas de Salto que la recubren en este departamento y en el de Colonia, el famoso perfil de Punta Gorda, con los bancos marinos fosilíferos de la transgresión Entrerriana, Pliocénica inferior. (¿Oligóceno?).

Su potencia, a pesar de la discusión que provocó hace años en que no se suponía mayor de 30 a 40 metros, hoy ha sido confirmada en alrededor de los 80 y no sería difícil llegase a los 100, pues no son numerosas las perforaciones. (Nueva Palmira, 75 mts.).

Sobre su origen continental no hay dudas al respecto, siendo una característica en muchas zonas, su gran dureza, lo cual permite hacer bordes de veredas (ciudad, calles de Paysandú) esculturas en piedras, sillería constructiva, e igualmente formar grandes acantilados (Casa Blanca) o escarpes de cantera de apreciable altura (Río Negro, Paysandú).

Presenta cristales de calcita y en ciertos lugares es brechoso, conglomerádico, encerrando cantos de la roca subyaciente, cristalino (Colonia - Soriano) o La-

vas y cuarcitas —Bella Unión - Itacumbí— costa uruguaya frente a boca del Ayuí.

Sobre la influencia de la roca madre, en este caso las C. de Fray Bentos, en la formación del suelo, veamos lo que dice N. Serra, refiriéndose a la edad de la parte superior o parte más moderna de las capas:

"En cuanto al límite superior, LAMBERT opina que debe ser de edad muy reciente aduciendo para ello que la Formación Pampeana sobre las Capas de Fray Bentos, está muy poco desarrollada o inexistente.

El argumento no es decisivo, porque si bien es cierto que en regiones extensas la formación aflora o está inmediatamente debajo de la tierra vegetal, no es posible deducir de aquí cuándo terminó su depositación y ocurrieron las condiciones favorables que hicieron posible la sedimentación del Pampeano, originando aquí, por lo menos en parte a EXPENSAS de la propia formación.

Sin embargo, el espacio de tiempo en que actúo la erosión sobre las Capas de Fray Bentos, durante la cual se originaron los depósitos del Pampeano, que las recubren, no pudo ser muy dilatado, por cuanto, teniendo en cuenta el carácter general muy friable de aquéllas, estos depósitos, FORMADOS A EXPENSAS SUYAS, tienen reducido espesor. Todo esto nos induce a colocar la parte superior de las Capas de Fray Bentos, en la base del Pampeano, llevándola por lo tanto al final del Terciario."

Del punto de vista de su composición, diremos que tienen un buen contenido de Humus, poca arena gruesa, alto porcentaje de calcáreo, fosfórico total y nitrógeno.

Humus 57,74 — Arena Gruesa 185 — Calcáreo 28,41 — Fosfórico 1,23 — Nitrógeno 2,57 (muestras procedentes de Salto — por 1.000 grs. de tierra seca).

Según el mismo autor, la relación Carbono-Nitrógeno sería, correspondiendo a este análisis de 13 : 1.

Estudiando el espesor crítico o resistencia del campo a las sequías, ha sido investigado últimamente el punto comprobándose que las tierras sobre el Cretáceo, tienen mayor espesor crítico y a la vez menor higroscopicidad.

En el mismo estudio (G. Spangenberg - Rodríguez López, Rev. Fac. Agron. Nº 41) se ha investigado por el técnico del Banco Hipotecario, cuáles han sido las colonias de la institución y cuáles las tierras que han dado mayor rendimiento en trigo y lino, de las extensas áreas que coloniza y explota el Banco, comprobándose que las tierras que tienen basamento a las Capas de Fray Bentos, son las que han obtenido los guarismos más altos. (Agraciada e Inglaterra) aconteciendo lo mismo para el maíz, en la nombrada primero.

Todos conocen que los extensos cultivos de maíz realizados por Arturo Campbell en sl estancia Santa Rita sobre Capas de Fray Bentos, producían a pesar de las grandes áreas, muy altcs rindes, asegurados contra la falta de agua, por el sistema Líster.

Las zonas o CAMPOS de Capas de Fray Bentos, han sido las elegidas para instalar las principales cabañas del Norte del país. Son ellas las productoras de reproductores para las demás regiones del país (El Cardo, San Carlos, Rincón de Francia, Santa Isabel, Rabón, La Esmeranda, Don Esteban, Nueva Melhem, Santa Rita, Cambará, Santa Elisa, Valla de Soba, etc., etc., están instaladas en estos campos fértiles).

Igualmente, las granjas y lecherías, zona de influencia de Casa Blanca y de las granjas pecuarias intensivas que preconiza el Ing. Campal.

Son las tierras disputadas para hacer agricultura y por las que se pagan altos precios de arrendamiento. Igualmente son los campos de invernada y ya sabemos que, en el país, se considera campo de este nombre o para este destino a aquellos que reúnen alta fertilidad en tierra y pasturas.

Como los rastrojos poseen fuerte y rica vegetación, y además los trigos exigen muchas veces lanares para detener su excesivo crecimiento, es la zona de cría del cordero precoz de carne, a base de la oveja vieja a la que se saca el último cordero (Romney o Corriedale) y la que se encarnera con padre de raza especial de carne — los cara-negras, etc.

Las pasturas, por último, más abundantes son en estos campos, según Rosengurtt:

Trébol, raygras, alfilerillo, cebadilla, Stipa hialina, S. neesiana, pata de gallina, Setaria geniculata, etc. Las tres primeras citadas son exóticas, pero abundan en las praderas vírgenes desde hace más de un siglo, según Larrañaga. Esta zona presenta variaciones caracterizadas probablemente por la Stipa Charruana al Sur y la Stipa brachuchaeta y el Andropogon condensatus al Norte.

CAMPOS DE GRANITO

Examinando el mapa geológico del país, es fácil ver la gran área que abarcan las rocas del cristalino, prácticamente una gran parte de la mitad sur, así como las islas cristalinas de Aceguá y Rivera.

Siendo cubiertas, por otra parte, por el limo pampeano, en su mayoría, y la composición de la roca o rocas, mejor dicho, que componen el complejo, y su destrucción y descomposición, se comprenderá en seguida la dificultad para hacer un zonamiento.

Sin embargo, hay zonas conocidas, y algunas estudiadas que han demostrado ciertas características que destacaremos aquí.

El Banco Hipotecario ha hecho un estudio por lo pronto y donde ha llegado a la conclusión de que las cosechas más bajas de trigo las ha obtenido en las colonias o chacras sobre el cristalino y limo pampeano.

Otras conocidas y antiguas estancias del departamento de Florida han podido ver su baja producción, escasos pesos y engordes de sus haciendas.

Son los campos balastrosos, pedregosos, que todos conocemos, pobres en las lomas y laderas que se ven en la carretera a Maldonado - Pando - Empalme - Km. 67 y Florida, etc., Illescas - Mensavillagra.

Tienen el carácter común de los abundantes espartillares, con la Stipa charruana. Abundan campos con gran abundancia de piedra —Florida, San José, Sierra de Mahoma— que son ovejeros, por el abrigo que reciben las majadas de cría y producen buenas lanas, aunque los corderos no son tan precoces y gordos como los de zonas de C. de Fray Bentos, por ejemplo.

Se acepta que estos campos con mucha piedra son sanos respecto a pestes de lanares por las aguadas

limpias, teniendo comúnmente vertientes en las laderas que dan pastos verdes, abundantes en verano.

Por supuesto, siendo el zócalo cristalino tan variado, pues a veces los gneisses están más o menos alterados para confundirse con granitos de esta estructura, la composición mineralógica de los granitos, sus micas, filones que los atraviesan tan comunes por todos lados, anfibol, hornblenda, pegmaticas, granitos porfiroides, etc., tan bien descriptos en diversas monografías y trabajos, es lógico que los suelos por ellos originados, complicado aún por la influencia del Pampeano, hagan que no se pueda hablar de un solo tipo de suelo.

Sin embargo, salvo ciertas áreas (región de Colonia) se acepta originan suelos pobres en general. En partes, sin embargo, la descompoción de sus feldespatos puede producir suelos hasta cierto punto arcillosos, con lo que mejoran al aumentar los coloides. Sin embargo, grandes zonas de zócalo cristalino, son, sin duda alguna, bien pobres. (Canelones, Maldonado, Rocha, Cerro Largo).

En el ya citado trabajo: La producción y calidad de las pasturas ,etc., figuran análisis que así lo demuestran:

Florida	Calcáreo	9,73	Ac.	Fosfórico	0.71
Flores	"	6,04	"	"	0,67
Rocha	"	4,08	"	"	1,18
Treinta y Tres.	"	3.54	"	"	0.36
Cerro Largo ...	"	2.87	"	"	0,21

CAMPOS DE ARENISCAS DE TACUAREMBO

Aún cuando ya se ha detallado en otros capítulos características de suelos del país, donde la arena gruesa se encuentra en tal proporción que hace a los suelos de características bien sueltas y arenosas, Areniscas de Salto y Cretácicos, tipos de explotaciones especiales, como se ha visto (cría-citrus), etc.).

Existen, sin embargo, otros suelos, en área tan importante que merecen esta designación que va de título. Efectivamente, gran parte del departamento de Rivera, Tacuarembó, pequeñas áreas en los de Paysandú, Salto y Artigas, están formados por campos arenosos, pobres, resistentes a las sequías, pisoteo, langosta, recargos de animales vacunos, poco aptos o no aptos en gran parte para lanares, pues dan vellón livianísimo, se apestan de lombriz.

Se puede tomar como tipo de descripción, los alrededores de Rivera, Tacuarembó, o Tranqueras. En este lugar, sobre todo, son conocidos los campos muy pobres, arenosos, fríos, donde el vacuno no puede invernarse rápidamente o precozmente.

Son los conocidos campos también del Cerro Batoví Dorado, próximo a la frontera con Brasil.

Sus pasturas son gruesas y ordinarias, maciegas, pajas mansas, andropogon, carqueja. Son comunes barreros y vertientes. Estas tierras son muy fáciles de arar, pero las rejas y talones de los arados son rápidamente desgastados. Serían las tierras para maní, mandioca, naranjos de ombligo, desarrollándose perfectamente y rápido los eucaliptus.

La avena y trigo no prosperan por la pobreza del suelo, que es muy deficiente en Humus, coloides, calcio y fósforo. Son zonas típicas de Osteomalacia. Son imprescindibles los suministros de sales.

Los procreos son bajos. Mucho ganado aborta, siendo el motivo puramente la pobreza de las pasturas, pues está debidamente investigado en el país, que la proteína y riqueza mineral, calcio-fosfatada de las pasturas, está en relación directa con la riqueza de los campos en elementos nobles, Calcio y Fósforo.

El siguiente análisis da una pauta de la calidad de estos campos:

(Muestra - Arenisca de Tacuarembó).

Rivera: Por 1.000 gramos de tierra seca:

Calcáreo, 0.85; Acido Fosfórico, 0.22. Como se ve, bajísimos.

Rosengurtt ha expresado: "Los campos ubicados en las diferentes areniscas de la mitad norte del país, se hallan entremezclados en algunas zonas con extensos pedregales, con suelos fuertemente arenosos, con suelos arcillosos, etc. Se caracterizan en conjunto por la abundancia o predominancia a veces, de la gramilla blanca (Paspalum notatum) por la tendencia a ensuciarse con paja colorada (Andropogon condensatus). La flora del Norte es más rica en andropogoneas y más pobre en estipeas, sobre todo si se observan cantidades de individuos en lugar de especies.

Continúa luego así:

"Los campos arenosos suelen tener estructura de gramillar, con predominio de gramíneas estoloníferas y rizomatosas cundidoras de porte rastrero hoja ancha y ciclo estival, pertenecientes a las Paniceas y andropogoneas. Las especies más importantes son las ya citadas, gramilla blanca o pasto horqueta (Paspalum notatum) y la paja colorada (Andropogon condensatus). La carqueja (Baccharis trimera), parece ser más abundante en los suelos arenosos o sueltos; estas tres especies son más abundantes en la mitad Norte del país y las dos gramíneas citadas tienden a predominar."

APENDICE

VIAJE BELLA UNION A PAYSANDU

Ya A. Boerger ha llamado la atención sobre la importancia de los viajes de estudio realizados con el fin de investigar, nunca más necesarios, como se ha dicho en el prólogo, que en estudio de Suelos y Geología.

Como en el mapa recientemente publicado sobre Geología del país, no aparecen sino pequeñas referencias, prácticamente todo es Serra Geral en los departamentos de Artigas y Salto, detallaremos algunas anotaciones que hemcs tomado en el viaje a que se refiere el título.

BELLA UNION (antes Santa Rosa) está edificada sobre capas de Fray Bentos. Las excavaciones para los cimientos del nuevo cine, al lado del Club S. de Fomento, en la esquina de la plaza central 25 de Agosto, descubren las típicas capas rosadas.

El pequeño puerto, embarcadero de la villa, frente a Caseros, es, en cambio, de lavas de Serra Geral, y en el camino al puente sobre el Cuareim, aparecen las Areniscas de Tacuarembó interestratificadas con las lavas.

El pozo de balde, de la casa de familia de Rondelli, sobre la carretera Bella Unión a Gomensoro, está excavado en las capas de Fray Bentos, con cantos.

Siguiendo el camino carretero de la costa, por el nuevo puente del Itacumbú, aparece un afloramiento importante en el mismo Paso, sobre las lavas, siguiendo esta formación, arroyo abajo, por campos de Andrés Fuentes (medianero Montuani) y a unos kilómetros abajo, hay un antiguo horno de cal, explotado hace unos 30 años, con bóveda, arco, etc., en las mismas capas terciarias. Posiblemente esta roca continúa hasta próximo al río Uruguay, pues en el paraje llamado Coronado, al sur de Bella Unión, en un antiguo arrozal, existen también restos de una explotación de calera que no puede ser otra cosa con base a la misma roca.

Es de notar que al igual que un lugar de Colonia y otro de Soriano citados por N. Serra, Itacumbú presenta el tipo de Capas de Fray Bentos con cantos de diversos materiales, cuarcitas, lavas, lo que es de hacer notar. En Salto hallamos este mismo tipo, en la base de la barranca frente mismo a la barra del Ayuí argentino.

En el camino de Itacumbú a la barra del Lenguazo (arrozal Perroni) todo lo que se ve, son lavas, con cantos sueltos en su superficie.

Continuando el viaje a Salto, por la costa (recorrido del ómnibus) sólo se ve basalto, Itacumbú, Naquina, Guaviyú, (campos Miranda). Al llegar a pueblo BELEN, aparece, junto al Yacuy y en el mismo pueblo, en sus calles la roca de Fray Bentos, continuando algo al Sur.

La costa argentina, vista desde lejos, parece ser de la misma formación por su color claro y acantilado.

Pueblo CONSTITUCION está sobre Capas de Fray Bentos y continúa algo en el camino al sur. A lo lejos, igualmente, la costa argentina de Federación parece ser de la misma roca en su basamento.

Al pasar el puente del arroyo TACUABE, aparecerían las Areniscas de Salto en bloques, que, frente a la entrada del Parador Quiroga, ya es indicada.

El Salto Grande del Uruguay, está constituído por Areniscas tipo de Tacuarembó y lavas de Serra Geral.

En el Paso del arroyo San Antonio, continúan los Basaltos.

En la conocida fuente agua mineral SALTO, de Urreta S. A., hay un perfil en la misma fuente, con areniscas de Salto sobre las capas de Fray Bentos típicas. En tierra argentina, poco al sur del Salto Grande, se ven las palmeras yatay, que, en cambio en la costa uruguaya recién aparecen más al sur, en Paysandú, Chapicuy (cretáceo).

El Paso de Martín José, en el San Antonio Chico, es de Capas de Fray Bentos.

Llegamos con ellos a la ciudad de Salto, donde las Capas de Fray Bentos aparecen en diversos lugares, carretera al Daymán*-Corralito, (no hay aquí cretácico como figura en los mapas diversos) sino que la margen derecha del Daymán, aguas abajo del puente hasta su boca es Fray Bentos, con los grandes acantilados de 16 metros, cueva del Tigre en campos de M. Sabatjou. Siguiendo por la rinconada, hasta el resguardo, costa del río Uruguay, no hay afloramientos, pero por la gran calidad de los campos no puede ser otra roca la yaciente.

En la misma ciudad y sus alrededores, se puede establecer este perfil:

LIMO PAMPEANO, Costa Daymán, campos Williams.

ARENISCAS DE SALTO, Campos Rattin, Granja Unión.

CAPAS DE FRAY BENTOS, Zona de Corralito, Campos de M. Sabatjou.

ARENISCAS DE TACUAREMBO, Canteras Williams, detrás Rattin.

LAVAS SERRA GERAL, Lecho río Daymán, Agronomía, San Antonio.

En el Paso de la Calera, aflora una brecha de cemento bien calcáreo que no hemos podido estudiar en detalle. Podría relacionarse con las calizas del Queguay pero es necesario estudiar perfiles.

Es de hacer notar un dato interesante: Las poblaciones que hemos citado:

BELLA UNION, Caseros ?;
BELEN;
CONSTITUCION-FEDERACION;
SALTO-Concordia?;
PAYSANDU-Concepción;
YOUNG;
FRAY BENTOS - Gualeguaychú ?;
MERCEDES (?);
NUEVA HELVECIA
SAN JOSE (?)
SANTA LUCIA (Santiago Vázquez), están edificados sobre esta roca, Capas de Fray Bentos, y son poblaciones prósperas.

E. Campal, llama la atención que los llamados "pueblos de ratas" se encuentran en su casi totalidad, en suelos de lavas, donde no prospera la agricultura y, en cambio, en estos otros citados hay bienestar.

VIAJE SALTO A PAYSANDU. — Carretera costera (próximo a la vía)

Salida de la ciudad. Desde la ventanilla del ómnibus se ven cercos hechos con material de Areniscas de Salto, color gris-verdosos, con y sin cantos.

En algunas calles es roca descompuesto de color rojizo.

En las cunetas de la carretera, aflora la tosca rosada de Capas de Fray Bentos Bentos. Al llegar frente al portón de entrada a campo Williams, aparece un cerrillo de A. de Salto y allí cerca, una manguera construída con lajas de A. de Tacuarembó, cuya cantera, allí cerca, a unos 500 metros de la carretera, suministró el lindo material para el friso del nuevo Hotel Salto, Areniscas rojizas notablemente estratificadas, iguales a las de Rivera.

Al acercarnos al gran puente del Daymán aparecen las lavas y que continúan hacia el Oeste hasta la estancia Hervidero del Dr. César Gutiérrez.

Un poco más al sur de Parada Daymán, aparecen ya las areniscas cretácicas rojas, con máculas blancas. De Daymán, pues, Chapicuy, Quebracho (con calizas fosilíferas en el desmonte del F. C. M., cerca de la estación, todo es cretácico.

A lo lejos se divisa el monumento a Artigas, en la Meseta que lleva su nombre y que está formada por Areniscas inferiores o de Guichón, Psamíticas, con fósiles.

Gran parte de la carretera entre Quebracho y Chapicuy está hecha con material de color blanco, extraído del horizonte calcáreo del cretácico.

De Quebracho al sur, hasta el cruce del paso a nivel Km. 242, todo es cretácico, pero allí mismo, en el cruce entrada estancia San Carlos de H. Holsmann, aparece la C. de Fray Bentos y mejoran notablemente los campos.

En Queguay aparecen calizas y en San Francisco las areniscas cretácicas, iguales a las de Paso de las Piedras y Río Queguay.

De San Francisco hasta Paysandú, Capas de Fray Bentos.

De la ciudad de Paysandú al sur, Agronomía Pueblo (no estación Porvenir), Paso Rabón, estancias Lichero, Esperanza, Paysandú, no se ve otra formación que Fray Bentos, salvo un pequeño relicto de A. Palacio al pasar Sacra.

De Quebracho a la costa del río Uruguay, Estancia Santa Rita, de Campbell, todo es cretácico, hasta llegar a la estancia La Palma de Griffin, en que aparecen C. de Fray Bentos. Son campos muy fértiles. En el puerto de lo estancia, aparece, sin embargo, el cretácico, que también existe en la estancia próxima "La Favorita" de Chackling, hoy Olaso. (A. de Palacio).

Es de notar que, tanto en la Estancia Rabón, de Lichero Hnos., como en las citadas de Santa Rita de Hareau y La Palma de Griffin, tanto en los rastrojos como en campo bruto, caminos, aparece una mata o maciega que suponemos la Stipa Brachichaeta.

Este pasto, es comido en las malas épocas por el ganado y es una reserva para períodos como la extraordinaria sequía de 1942/43, correspondiente a lo que representan los andropogon en los campos de areniscas.

El ganado no engordará o aumentará pero se sostiene y no obliga a sacar ganado afuera. En las citadas épocas, fueron arrasados completmente pero llenaron sus fines. Son una reserva.

AGRADECIMIENTO

Al Sr. MINISTRO DE INSTRUCCION PUBLICA Y PREVISION SOCIAL, Dr. OSCAR SECCO ELLAURI,

A los PRESIDENTES y DIRECTORIOS de

ANCAP

BANCO DE LA REPUBLICA

BANCO HIPOTECARIO DEL URUGUAY y

BANCO DE SEGUROS DEL ESTADO,

por la generosa ayuda que han prestado a esta publicación, y sin la que no habría sido posible, expresamos el cordial agradecimiento del INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOGRAFICAS DEL URUGUAY.

General JULIO A. ROLETTI
Director

Profesor IGNACIO MARTINEZ RODRIGUEZ
Secretario de Docencia

Imp. GACETA COMERCIAL - Plaza Independencia, 717